



MÁSTER EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER SUITE SHELTER: ESTUDIO ESTRATEGICO PARA EL DESARROLLO DE UN ALOJAMIENTO BOUTIQUE EN LA NATURALEZA

Autor: Iñigo Fernandez Arregui

Director: Miren Tellería Ajuriaguerra

Director: María del Mar Cledera Castro

Madrid

Julio de 2025

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

**SUITE SHELTER: ESTUDIO ESTRATEGICO PARA EL DESARROLLO DE UN
ALOJAMIENTO BOUTIQUE EN LA NATURALEZA**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2024/2025 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido

tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Iñigo Fernández Arregui

Fecha: 03/ 07/2025

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: María del Mar Cledera Castro

Fecha://



MÁSTER EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER

SUITE SHELTER: ESTUDIO ESTRATEGICO PARA EL DESARROLLO DE UN ALOJAMIENTO BOUTIQUE EN LA NATURALEZA

Autor: Iñigo Fernandez Arregui

Director: Miren Tellería Ajuriaguerra

Director: María del Mar Cledera Castro

Madrid

Agradecimientos

Agradecer a mis directoras María del Mar y Miren su desempeño para hacer el seguimiento del desarrollo del proyecto. Gracias a mis padres por confiar en mi e inspirarme para estudiar la viabilidad de Suite Shelter y buscar soluciones contra la despoblación del Valle de Valdivielso.

SUITE SHELTER: ESTUDIO ESTRATEGICO PARA EL DESARROLLO DE UN ALOJAMIENTO BOUTIQUE EN LA NATURALEZA

Autor: Fernández Arregui, Íñigo

Director: Tellería Ajuriaguerra, Miren

Director: Cledera Castro, María del Mar

Entidad Colaboradora: ICAI

RESUMEN DEL PROYECTO

1. Introducción

Suite Shelter surge como propuesta de innovación, en respuesta al desafío de despoblación rural al que se enfrenta España, en el caso de estudio el Valle de Valdivielso (Burgos). La población del valle se ha resentido en un 75% en los últimos 50 años, empobreciendo la zona por patrimonio en desuso y pueblos semivacíos. Paradójicamente, el valle presenta un increíble patrimonio cultural y medioambiental, lo que hace que en épocas de alta demanda la población se dispare, evidenciando una oportunidad de desarrollo.

En este contexto, se pretende demostrar como un proyecto ajustado a las características del turismo, centrado en la sostenibilidad y concebido para revitalizar el turismo rural, que celebre la cultura e historia y proteja el entorno pueda generar prosperidad para sus habitantes y ser viable.

2. Definición del proyecto

El proyecto se centra en crear un alojamiento rural boutique sostenible. Inicialmente estará compuesto por una cabaña autónoma en isla (off-grid), con el objetivo de escalar el proyecto a más fincas del valle inicialmente, y otras localizaciones de la península finalmente. El proyecto va más allá del glamping, ofreciendo un ecoturismo de lujo en un entorno remoto para otorgar al huésped una experiencia exclusiva en plena naturaleza. Todo lo anterior claro está sin renunciar al máximo confort de un alojamiento premium.

Cada cabaña está diseñada bajo estándares de construcción Passivhaus (con estándares de climatización superiores a los del CTE), empleando materiales locales renovables para minimizar la huella de carbono. Funcionan de manera autosuficiente con un suministro energético solar y gracias a unas baterías de litio les permite tener autonomía incluso en épocas nubladas, hasta 3 días sin radiación. Las aguas grises y negras también se tratan en equipos independientes para minimizar el consumo del recurso y los vertidos generados. El propósito del proyecto va más allá, y será preciso instruir al huésped para el uso correcto de los equipos, permitiendo su funcionamiento correcto y alargar su vida útil.

El propósito principal es generar un motor de turismo local para el Valle de Valdivielso, un turismo dispuesto a salir de las zonas masificadas y con ganas de descubrir los paisajes perdidos por la península. Para potenciar la comunidad local, el proyecto presentará

colaboraciones con productores locales de la mejor calidad para ofrecer sus productos a los huéspedes, y dotar de un carácter único su estancia en Suite Shelter. Así, el impacto positivo se dispersa por el valle reforzando su tejido socioeconómico. El proyecto contempla asimismo programas de formación para sus trabajadores, con el fin de mejorar la atención al cliente, el conocimiento de idiomas y fomentar la sostenibilidad. Los pilares estratégicos que definen el proyecto son:

- Sostenibilidad ambiental y eficiencia energética: el diseño Passivhaus permite reducir la demanda energética para aclimatar la cabaña. Además, el uso de materiales renovables reduce al mínimo la huella de carbono, siendo estos incluso sumideros de este gas a lo largo de su ciclo de vida. El suministro energético de la fotovoltaica no solo lo dota de autonomía sino funciona en sintonía con la reducción de emisiones.
- Experiencia de lujo y confort en entornos remotos: la localización remota dota de una privacidad única, con un diseño para cuidar la comodidad, integrando paisaje exótico y confort. Los servicios corresponderán con los de un alojamiento de lujo, trasladados al contexto remoto del proyecto.
- Impacto socioeconómico positivo: el modelo de negocio pretende integrar la economía local mediante colaboraciones y contratación de servicios. Adicionalmente se promoverá la valoración del patrimonio cultural del valle y el entorno natural, involucrando a los visitantes en la historia mediante rutas y experiencias diseñadas con la comunidad.

3. Características del proyecto

Respecto a la ubicación, la cabaña se localizará en una finca aislada del entorno urbano, de gran valor paisajístico para ofrecer al huésped un entorno y privacidad únicos.

La construcción es de planta única, de 35 m² de superficie útil aproximadamente. La estructura y los acabados serán de madera de bosques cercanos gestionados sosteniblemente, y la envolvente térmica se basará en balas de paja compactada. Estos materiales se comportan como sumideros durante su crecimiento, por lo que se puede asumir nula su huella de carbono. Se estima que el uso de madera en construcción puede ahorrar alrededor de 2 toneladas de CO₂ por metro cúbico de material.

Por su parte, la paja empleada como aislante aporta múltiples beneficios: como punto de partida es un subproducto agrícola abundante en el valle y de bajo coste, tiene excelentes propiedades aislantes y es sorprendentemente resistente al fuego (pudiendo soportar hasta dos horas de exposición directa sin colapsar) si está debidamente compactada.

La cabaña cuenta con dos estancias: un baño completo y un espacio diáfano que integra dormitorio, sala de estar y *kitchenette*. La ergonomía de la cabaña está pensada para maximizar el aprovechamiento del espacio. La estructura de la cabaña se transportará en camión para ser montada in-situ, cumpliendo con las limitaciones de transporte estándar (largo y ancho del tráiler de un camión), agilizando su construcción y reduciendo costes.

El diseño exterior incluye una plataforma perimetral y una terraza al aire libre en la parte frontal. El acceso a la misma será por un sendero desde el pueblo más cercano, impidiendo el acceso en coche salvo ocasiones especiales, para fomentar la privacidad de la finca.



Los estándares Passivhaus permiten ahorrar un 80% en la demanda energética para aclimatar una vivienda. Para conseguir esto, se basa en unos principios, como el aislamiento térmico continuo, carpinterías de altas prestaciones, y estanqueidad del aire para prevenir flujos de aire que supongan pérdidas de la temperatura interior. La ventilación en estas instalaciones es mecánica, y en el caso de Suite Shelter, a partir de un intercambiador de doble flujo. Concretamente se ha elegido el Prana 200C que se prevé no consumirá más de 0,5 kWh/día (valor inferior a 1,42 kWh/día, el límite de Passivhaus).

El sistema energético será off-grid, puesto que las cabañas estarán en fincas aisladas y su conexión a la red es inviable económicamente. Además, complicaría la obtención de los permisos necesarios para la ejecución del proyecto. Para abastecer la cabaña se simulan 2 escenarios en PVsyst: un sistema solar sobredimensionado y un sistema solar con un generador de respaldo.

1. El sistema solar sobredimensionado consta de 16 paneles de 440 Wp y un banco de 6 baterías LiFePO₄ de 24V 200 Ah. Este sistema está dotado de una capacidad para otorgar autonomía durante 3 días, y ofrecer abastecimiento eléctrico durante todo el año sin necesidad de respaldo. Sin embargo, el índice de rendimiento de la instalación al realizar la simulación no era inferior al 20%, lo que indicaba unas grandes pérdidas de energía en los meses de verano por inutilización.
2. El generador daba respuesta al problema del primer escenario. Consta de 7 paneles fotovoltaicos de 440 Wp, 6 baterías de litio de 24V 200 Ah y un generador de 3 kW, para dar soporte en los meses de menor radiación solar. En este caso el índice de rendimiento llegaba a valores cercanos al 40%, doblando el valor obtenido anteriormente. Además,

el generador solamente tendría que afrontar menos del 2% de la demanda anual de la cabaña.

La gestión de aguas grises y negras se lleva a cabo mediante equipos independientes para minimizar los vertidos y aprovechar el flujo para usos secundarios como llenado de cisternas. Para el agua potable se propone la instalación de un sistema de filtración por ozono, que elimina patógenos sin necesidad de químicos ni alteraciones peligrosas para los huéspedes. Un biodigestor compacto será el encargado de filtrar el flujo de aguas negras hacia un humedal artificial donde se evaporará y se absorberá todo el caudal saliente.

La producción de agua caliente se resuelve mediante la implementación de un termo eléctrico de alta eficiencia, con una capacidad de 100L, con un consumo estimado de 2 kWh/día. El resto de los equipos eléctricos como electrodomésticos, bombillas y domótica serán de la más alta eficiencia, con el propósito de reservar la electricidad para las tareas más críticas.

Cabe mencionar la regulación vigente sobre los espacios protegidos, como en el que se encuentra la finca del proyecto, bajo la normativa de la Red Natura 2000. La finca a su vez está clasificada para uso agrario, por lo que sería necesario un cambio de calificación para llevar a cabo el proyecto. Este tipo de proyectos tienen buena acogida siempre y cuando respeten el medio ambiente y se integren sin alterarlo, se centren en la sostenibilidad y presenten soluciones adaptadas al entorno. Por todo esto Suite Shelter aspira a conseguir una recalificación del suelo por parte del ayuntamiento competente y favorecer así el inicio del proyecto.

4. Resultados obtenidos

Los resultados reflejan la capacidad de la cabaña de funcionar con total autonomía, y su viabilidad económica en el medio plazo, a partir de los niveles de ocupación y precios estimados.

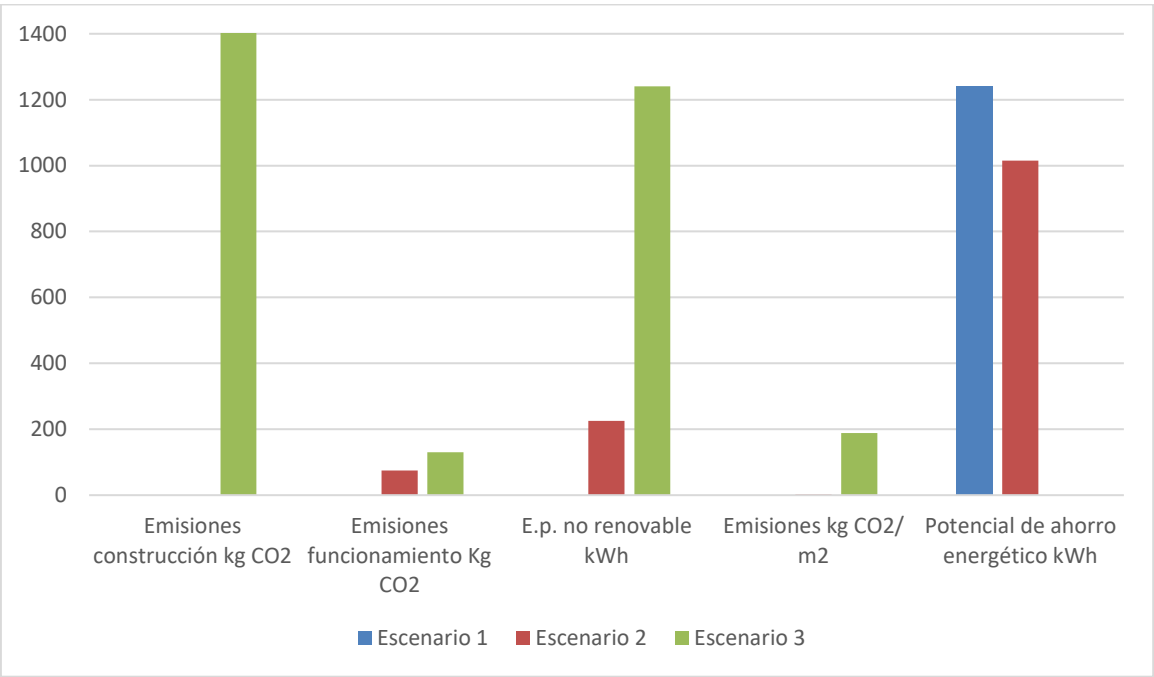
Las simulaciones de PVsyst confirman la autosuficiencia energética de la cabaña. En el escenario 100% solar (16 paneles de 440 Wp) se verifica la cobertura completa de la demanda a pesar de una eficiencia muy baja de uso por las pérdidas durante los meses de mayor radiación solar. Esta solución garantiza un funcionamiento operativo con emisiones de gases de efecto invernadero nulas, aunque la eficiencia del diseño es muy baja.

Por otro lado, el escenario híbrido (7 paneles de 440 Wp) logra cubrir también la demanda aumentando además la eficiencia del diseño, con un índice de utilización cercano al 40% (doblando el del escenario solar), y reduciendo las pérdidas por desuso. De la simulación se extrae además que el generador solamente proporcionará un respaldo del 1% de la demanda anual, por lo que incluso en este caso el grueso de la demanda estará cubierto con las placas solares.

El diseño pasivo reduce en gran medida la demanda de calefacción, lo que posibilita la aclimatación del edificio mediante exclusivamente un intercambiador de calor de doble

flujo. La alta fracción de energía renovable en ambos escenarios hacer que el proyecto cumpla con su objetivo de minimizar la huella de carbono energética.

Respecto al impacto ambiental del proyecto y las emisiones de CO2 generadas, los resultados muestran una reducción drástica frente a una construcción convencional. Para ello se evaluaron 3 escenarios de funcionamiento: escenario solar, escenario híbrido y una cabaña de construcción convencional y sistemas de suministro convencionales.



El escenario completamente solar reduce al mínimo posible la emisión de gases de efecto invernadero, mientras que el sistema híbrido muestra un porcentaje de emisión por el respaldo del generador. De cualquier manera, la comparación frente al escenario convencional es muy clara, no solo en emisiones sino en potencial ahorro energético por el aislamiento térmico de la vivienda bajo los estándares Passivhaus.

	Emisiones construcción Kg CO2	Emisiones funcionamiento Kg CO2	Energía primaria no renovable kWh	Emisiones por metro cuadrado kg CO2/m2	Potencial de ahorro energético kWh
E1	0	0	0	0,00	1240
E2	0	75	225	2,14	1015
E3	6475	130	1240	188,71	0

Si bien las emisiones de la construcción Passivhaus no son nulas, se aproximan a 0 puesto que los materiales de construcción actúan como sumideros en su crecimiento. Además, entre el 60-75% de las emisiones originadas en la construcción corresponde con la fabricación y el tratamiento de los materiales, previo a la edificación, y en este caso la madera y la paja son de origen natural. Por su parte, la paja no requiere tratamientos químicos, y su colocación puede ser manual.

El estudio financiero sugiere que una estrategia de precios ajustada a la demanda, y un desglose de gastos bien afinado permite un retorno de la inversión en un plazo de 7 años. La financiación sería principalmente un préstamo ICO de 80.000€ y un aporte de capital privado de 10.000€.

La estrategia de precios será incremental con el paso del tiempo, estimando un crecimiento de la demanda lineal y en este sentido un fuerte carácter de marca que abale el proyecto.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Número de noches vendidas	107	107	107	143	143	178	178	214
Ingresos por ocupación	32100	32100	32100	46475	46475	57850	66750	80250
Ingresos por extras	1200	2350	3550	4750	4750	5900	5900	7050
Ingresos por explotación	33300	34450	35650	51225	51225	63750	72650	87300
Sueldos	13793	13793	13793	13793	13793	13793	13793	13793
Costes anuales	12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800
IBI 0,3%	240	240	240	240	240	240	240	240
Amortización del inmovilizado	2981	2981	2981	2981	2981	2981	2981	2981
Resultado de explotación	3487	4637	5837	21412	21412	33937	42837	57487
Resultado antes de impuestos	3487	4637	5837	21412	21412	33937	42837	57487
Resultado del ejercicio	3487	4637	5837	16915	16915	26810	33841	45414

Con los flujos de caja y la inversión inicial se obtienen el VAN y la TIR, que avalan la viabilidad económica del proyecto, reflejando 29.454,56€ y 11,64% respectivamente.

5. Conclusiones y próximos pasos

Este estudio se ha realizado para una cabaña en el medio rural aislada. Si es cierto que hay proyectos ya en la península que cuentan con varias cabañas formando una “comunidad”, el proyecto Suite Shelter pretende respaldar el lujo del servicio en la privacidad y aislamiento de la cabaña. Este proyecto está pensado para escalar y construir cabañas en otras fincas aisladas del valle, incluso otras localizaciones de España.

Los análisis DAFO y VRIO reflejan que el proyecto tiene un potencial difícil de replicar, con una demanda a nivel mundial real puesto que está respaldado por proyectos en otros países, como Australia y del norte de Europa.

No obstante, se identifican retos como la estacionalidad de la demanda y la necesidad de educar al cliente en valores sostenibles.

Los próximos pasos componen la siguiente fase de implementación práctica del proyecto:

- Desarrollo del prototipo y validación in-situ: bajo las especificaciones diseñadas para recabar datos sobre su comportamiento y realizar ajustes si fuesen necesarios. Esto permitiría además la tramitación de certificaciones de eficiencia energética y sostenibilidad.

- b. Tramitación de permisos y licencias: imprescindible para que el proyecto pueda llevarse a cabo, se deberá gestionar con el ayuntamiento del Valle de Valdivielso. El trámite se considera ágil puesto que este aspecto ya entra dentro de la planificación del proyecto y se ha llevado a cabo un estudio de impacto ambiental favorable.
- c. Estrategia de financiación y socios: la construcción Passivhaus y los sistemas autónomos suponen una inversión elevada. Sin embargo, se han identificado varias vías de financiación como los fondos LEADER de la UE y subvenciones de turismo de la administración regional. Será crucial también la inversión de capital privado de socios a cambio de una participación. La base de estudio de la memoria servirá como base para presentarlo a inversores y convencerles de la rentabilidad e impacto de Suite Shelter.
- d. Construcción y puesta en marcha: primará alianzas con constructores locales para llevar a cabo el proyecto. El propósito es hacer las partes de la vivienda en un taller y llevarlas a la finca para montarlas in-situ. Una vez terminada la obra, se equipará la cabaña con los sistemas de tratamiento de aguas y energía solar. Se implementarán protocolos de limpieza y mantenimiento para reducir costes y se realizarán pruebas previo a la apertura para asegurar la comodidad del primer huésped.
- e. Marketing, apertura y escalamiento: se lanzará una campaña de marketing previo a la apertura, destacando en carácter único del proyecto. Será imprescindible atraer a gente influyente en redes que pueda promocionar el producto y darle un empujón inicial para elevar la demanda a los índices esperados. Se hará una lectura de las métricas de mayor impacto: satisfacción del cliente, ocupación, costes operativos vs proyectados, y la energía consumida. El objetivo es optimizar el funcionamiento de la cabaña para afinar las proyecciones futuras. Una vez esté consolidado el funcionamiento de la cabaña inicial, se podrá escalar a otras fincas del valle, incluso otras localizaciones de la península.

SUITE SHELTER: STRATEGIC STUDY FOR THE DEVELOPMENT OF A BOUTIQUE HOUSING IN A RURAL AREA

Author: Fernández Arregui, Íñigo

Supervisor: Tellería Ajuriaguerra, Miren

Supervisor: Cledera Castro, María del Mar

Collaborating entity: ICAI

1. Introduction

Suite Shelter arises as an innovative proposal in response to the rural depopulation challenge faced by Spain, particularly in the case study of the Valdivielso Valley (Burgos). The valley's population has decreased by 75% over the last 50 years, leaving the area impoverished, with underused heritage and semi-abandoned villages. Paradoxically, the valley boasts an incredible cultural and environmental heritage, which causes the population to multiply during high-demand periods, revealing a strong development opportunity.

In this context, the aim is to demonstrate how a project tailored to the characteristics of tourism—focused on sustainability and designed to revitalize rural tourism while celebrating culture and history and protecting the environment—can generate prosperity for its residents and be viable.

2. Project definition

The project focuses on creating a sustainable rural boutique accommodation. Initially, it will consist of an autonomous off-grid cabin, with the goal of scaling the project to more plots in the valley and eventually to other locations across the Iberian Peninsula. The project goes beyond glamping, offering luxury ecotourism in a remote setting to provide guests with an exclusive experience in the heart of nature—all without sacrificing the highest comfort standards of premium lodging.

Each cabin is designed under Passivhaus construction standards (which exceed Spain's Building Technical Code in climate control), using local renewable materials to minimize the carbon footprint. They operate self-sufficiently using solar energy, supported by lithium batteries that provide up to 3 days of autonomy even in cloudy periods. Greywater and blackwater are also treated in independent systems to minimize resource consumption and waste generation. The project also aims to educate guests on proper equipment use, ensuring proper function and extended lifespan.

The main purpose is to create a driver of local tourism in the Valdivielso Valley, attracting tourists seeking to escape overcrowded destinations and discover hidden landscapes across the peninsula. To empower the local community, the project will include collaborations with top-quality local producers to offer their goods to guests, creating a unique experience. This disperses the positive impact throughout the valley and strengthens its socioeconomic fabric. The project also includes training programs for its staff to enhance customer service, language skills, and sustainability awareness.

The strategic pillars of the project are:

- **Environmental sustainability and energy efficiency:** The Passivhaus design reduces energy demand for indoor climate control. Additionally, renewable materials minimize carbon footprint and even act as carbon sinks throughout their lifecycle. Solar power ensures autonomy and aligns with emission reduction targets.
- **Luxury and comfort in remote environments:** The remote location offers unique privacy, with designs focused on comfort while integrating exotic landscapes. The services will match those of luxury lodging, adapted to the project's remote context.
- **Positive socioeconomic impact:** The business model aims to integrate the local economy through partnerships and service contracts. It also promotes the valley's cultural heritage and natural surroundings, involving visitors through community-designed experiences and routes.

3. Project characteristics

The cabin will be located on a remote plot away from urban areas, in a landscape of high scenic value to offer guests a unique environment and privacy.

It will be a single-story construction, approximately 35 m² of usable space. The structure and finishes will use wood from sustainably managed nearby forests, while the thermal envelope will use compacted straw bales. These materials act as carbon sinks during their growth, effectively resulting in zero carbon footprint. The use of wood in construction can save around 2 tons of CO₂ per cubic meter of material.

Straw as insulation offers numerous benefits: it is an abundant agricultural by-product in the valley and low-cost, has excellent insulating properties, and is surprisingly fire-resistant (can withstand up to two hours of direct exposure without collapsing) when properly compacted.

The cabin includes two areas: a full bathroom and an open space integrating a bedroom, living room, and kitchenette. Its ergonomics are designed to maximize space usage. The cabin structure will be transported by truck and assembled on-site, adhering to standard transport limitations (trailer length and width), which reduces construction time and costs.



The exterior design includes a perimeter platform and a front outdoor terrace. Access will be via a footpath from the nearest village, restricting vehicle access except in special cases, enhancing the site's privacy.

Passivhaus standards enable up to 80% energy demand reduction for climate control. This is achieved through continuous insulation, high-performance windows, and airtightness to prevent interior temperature loss. Ventilation is mechanical, and Suite Shelter will use a dual-flow heat recovery ventilator. Specifically, the Prana 200C has been chosen, which is expected to consume no more than 0.5 kWh/day (well below the 1.42 kWh/day Passivhaus limit).

The energy system will be off-grid, as the cabins are on isolated plots where grid connection is economically unviable. Moreover, it would complicate obtaining the necessary permits. Two scenarios have been simulated in PVsyst to power the cabin: an oversized solar system and a solar system with backup generator.

1. The oversized solar system consists of 16 panels of 440 Wp and a bank of six 24V 200Ah LiFePO4 batteries. This setup provides 3 days of autonomy and year-round power without backup. However, simulations showed an efficiency rate below 20%, indicating significant energy loss during summer months due to underutilization.
2. The hybrid system addresses this issue: it includes 7 solar panels of 440 Wp, the same 6 lithium batteries, and a 3kW generator for support during low-radiation months. This system achieved almost 40% efficiency—double that of the first scenario—while the generator would only need to supply under 2% of the cabin's annual demand.

Greywater and blackwater are managed with independent systems to minimize discharges and reuse water for secondary uses such as toilet flushing. For drinking water, an ozone filtration system is proposed, which eliminates pathogens without harmful chemicals. A compact biodigester will filter blackwater before discharging into an artificial wetland where it will evaporate and be absorbed.

Hot water will be provided by a high-efficiency 100L electric heater, consuming an estimated 2 kWh/day. All electrical equipment (appliances, lights, and home automation) will be top-efficiency to reserve electricity for critical tasks.

The project site lies within a protected area under the Natura 2000 Network. The plot is currently zoned for agricultural use, so rezoning will be necessary. Projects like Suite Shelter are typically well received if they respect the environment, integrate seamlessly, focus on sustainability, and offer locally adapted solutions. Therefore, Suite Shelter aims to obtain rezoning from the local council to facilitate project implementation.

4. Results obtained

Results show the cabin's full autonomy capability and medium-term economic viability based on projected occupancy and pricing levels.

PVsyst simulations confirm the cabin's energy self-sufficiency. The 100% solar scenario (16 panels of 440 Wp) fully covers demand but with low efficiency due to losses in high-radiation months. While this ensures zero-emission operation, the design is inefficient.

In contrast, the hybrid scenario (7 panels of 440 Wp) also meets demand with nearly 40% utilization, doubling the previous efficiency and reducing energy waste. The generator would supply only 1% of annual demand, meaning most energy would still come from solar panels.

Passive design significantly reduces heating needs, allowing for climate control exclusively via the dual-flow heat exchanger. The high share of renewable energy in both scenarios enables the project to meet its low-carbon goals.

Regarding environmental impact and CO₂ emissions, results show a stark contrast with conventional construction. Three operation scenarios were evaluated: full solar, hybrid, and conventional building with standard supply systems.

IBI 0,3%	240	240	240	240	240	240	240	240
Amortización del inmovilizado	2981	2981	2981	2981	2981	2981	2981	2981
Resultado de explotación	3487	4637	5837	21412	21412	33937	42837	57487
Resultado antes de impuestos	3487	4637	5837	21412	21412	33937	42837	57487
Resultado del ejercicio	3487	4637	5837	16915	16915	26810	33841	45414

Using cash flows and the initial investment, the project shows a Net Present Value (NPV) of €29,454.56 and an Internal Rate of Return (IRR) of 11.64%, confirming its financial feasibility.

5. Conclusions and next steps

This study was conducted for a single cabin in an isolated rural area. While other projects in Spain use multiple cabins forming a "community," Suite Shelter focuses on providing luxury service through privacy and seclusion. The project is designed to scale and deploy cabins on other remote plots in the valley or elsewhere in Spain.

SWOT and VRIO analyses show the project's high potential and uniqueness, supported by similar successful projects in Australia and Northern Europe. Challenges such as demand seasonality and the need to educate clients on sustainable values are acknowledged.

The next steps comprise the practical implementation phase:

- a. **Prototype Development and On-Site Validation:** Build a prototype to gather performance data and make adjustments. This also allows for sustainability and energy efficiency certifications.
- b. **Permitting and Licensing:** Work with the Valdivielso town council to obtain all necessary permits. This is expected to be streamlined due to prior planning and a positive environmental impact study.
- c. **Financing and Partnerships:** Despite high initial investment, funding sources like the EU LEADER program and regional tourism grants have been identified. Private investors will also be key. This technical report will support investment presentations.
- d. **Construction and Launch:** Partner with local builders to prefabricate cabin sections for on-site assembly. After construction, the cabin will be fitted with water treatment and solar energy systems. Cleaning and maintenance protocols will be established to reduce costs, and test runs will be conducted before opening.
- e. **Marketing, Launch, and Scaling:** Launch a pre-opening marketing campaign emphasizing the project's uniqueness. Influencers will be key in boosting early demand. Impact metrics will be analyzed (customer satisfaction, occupancy, real vs. projected costs, energy usage). Once stabilized, the project can scale to other plots in the valley or across the peninsula.

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción	7
1.1 Turismo rural y sostenible: contexto global y nacional.....	7
1.2 Desafío de la despoblación rural en Burgos y el Valle de Valdivielso	8
1.3 Motivación	11
1.4 Objetivos del proyecto.....	12
1.5 Objetivos de Desarrollo Sostenible	13
Capítulo 2. Consideraciones del proyecto.....	15
2.1 Emplazamiento.....	15
2.2 Proyectos internacionales de referencia	16
2.3 Distribución funcional.....	17
2.4 Aislamiento térmico Passivhaus.....	20
2.5 Sistema de aclimatación	24
2.6 Tratamiento del agua.....	26
2.7 Demanda eléctrica	32
2.7.1 Cálculo manual de la instalación fotovoltaica.....	35
2.7.2 Simulación con PVsyst	39
2.7.2.1 Sistema solar	42
2.7.2.2 Sistema híbrido.....	43
Capítulo 3. Estudio de impacto ambiental.....	46
3.1 Fase 1: Emisiones de la fase de construcción.....	46
3.2 Fase 2: Emisiones durante el funcionamiento	49
3.3 Comparativa de KPis clave	55
3.4 Apoyo con biogás.....	56
3.4.1 Origen del biogás	57
3.4.2 Generación in situ	59
3.4.3 Generación de respaldo	65
Capítulo 4. Consideraciones regulatorias.....	66
4.1 Red natura 2000 y protección ambiental	66
4.2 Cambio de uso del suelo agrario a turístico.....	69

4.3	Normativa Turística en Castilla y León.....	72
4.3.1	<i>Registro de Turismo de Castilla y León</i>	72
4.3.2	<i>Licencia de apertura municipal</i>	78
4.4	Financiación y ayudas	80
4.4.1	<i>Financiación europea. programa LEADER</i>	80
4.4.2	<i>Financiación Nacional</i>	81
4.4.3	<i>Financiación autonómica</i>	81
4.4.4	<i>Otras herramientas de financiación</i>	83
Capítulo 5.	<i>Análisis estratégico</i>	84
5.1	Análisis de la compañía.....	84
5.1.1	<i>Análisis de las 5 fuerzas de Porter</i>	84
5.1.2	<i>Análisis VRIO</i>	87
5.1.3	<i>Análisis DAFO</i>	90
5.1.4	<i>Estrategia de posicionamiento y diferenciación de mercado</i>	92
5.2	Análisis del sector del turismo en España	94
5.2.1	<i>Evolución reciente del turismo en España</i>	94
5.3	Proyecciones preliminares.....	102
Capítulo 6.	<i>Plan económico-financiero</i>	105
6.1	Desglose de la inversión inicial, CAPEX.....	105
6.2	Plan de Financiación	108
6.3	Plan de ventas	109
6.4	Plan de gastos	110
6.5	Viabilidad y rentabilidad del proyecto	111
Capítulo 7.	<i>Bibliografía</i>	114
ANEXO I	120	

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Despoblación en zonas rurales por Eurostat 2023.....	9
Ilustración 2: Valle de Valdivielso en el mapa.....	10
Ilustración 3: Vista satélite de la finca en el Valle de Valdivielso, Burgos	15
Ilustración 4: Imagen en planta de la cabaña. Fuente: Elaboración propia	18
Ilustración 5: Vista en 3D de la cabaña. Fuente: Elaboración propia.....	19
Ilustración 6: Larixhaus (casa pasiva) en Collsuspina, Cataluña (Passivhaus Database 2013)	22
Ilustración 7: Recuperador Prana 200C ErP Pro(«Prana recuperators», s. f.).....	25
Ilustración 8: Filtro de ozono Aquaflow 3 GPM Fill Station, de Oxidation Technologies. 27	
Ilustración 9: Consumos simulados en PVsyst.....	40
Ilustración 10: Distribución de los consumos estimada	41
Ilustración 11: Gráfico de rendimiento eléctrico de la instalación fotovoltaica (1.- Sistema Solar)	42
Ilustración 12: Diagrama de pérdidas (1.- Sistema solar)	43
Ilustración 13: Gráfico de rendimiento eléctrico de la instalación fotovoltaica (1.- Sistema Híbrido)	44
Ilustración 14: Diagrama de pérdidas (1.- Sistema híbrido).....	45
Ilustración 15: Emisiones de CO ₂ netas a lo largo del ciclo vital («European Panel Federation», s. f.).....	47
Ilustración 16: Distribución de las emisiones en la vida útil de un material	49
Ilustración 17: Evolución de las emisiones GEI y factor de emisión del sistema eléctrico español.....	51
Ilustración 18: Comparativa entre escenarios. Fuente: Elaboración propia	55
Ilustración 19: Sistema de biodigestión de HomeBiogas	62
Ilustración 20: Aclimatación de un biodigestor en Ecuador (~4000 m.s.n.m).....	64
Ilustración 21: Biodigestor Taiwán, composición y aislamiento térmico	64
Ilustración 22: Valle de Valdivielso, Burgos, Castilla y León	67
Ilustración 23: Placa de estrellas para casa rural con 5 estrellas	75

Ilustración 24: Ámbito territorial de los grupos de acción local LEADER 2023-2027	80
Ilustración 25: Análisis DAFO	91
Ilustración 26: Flujo turístico en España (millones de visitantes).....	94
Ilustración 27: Oferta de alojamientos rurales en España 2024	95
Ilustración 28: Porcentaje de reservas de alojamiento rural por franja de edad en España 2024	96
Ilustración 29: Comparativa del gasto de un turista de alto impacto y un turista de masas	98
Ilustración 30: DistrictHive en Gorafe, Granada	100
Ilustración 31: Kabania en Sierra de Peñamayor, Nava, Asturias	101
Ilustración 32: Retorno de inversión. Fuente: Elaboración propia	113

Índice de tablas

Tabla 1: Variación de la población en la Merindad de Valdivielso según INE	9
Tabla 2: Componentes de la envolvente térmica de Larixhaus (Passivhaus Database 2013)	23
Tabla 3: Irradiación solar en el Valle de Valdivielso, Burgos [Meteonorm]	32
Tabla 4: Consumo diario de la cabaña (en rojo los consumos permanentes).....	33
Tabla 5: Rendimiento de los distintos escenarios (energía solar, sistema híbrido, calefacción de gas).....	56
Tabla 6: Rangos de temperatura y tiempo de digestión anaeróbica	60
Tabla 7: Métricas del rendimiento de la biodigestión	61
Tabla 8: Análisis VRIO de Suite Shelter	89
Tabla 9: Alojamientos de turismo rural en 2022 en España, Ministerio de Industria y Turismo	97
Tabla 10: Proyección de ingresos potenciales. Fuente: elaboración propia	102
Tabla 11: Proyección del número de huéspedes a 8 años. Fuente: Elaboración propia	103
Tabla 12: Estimación de precios con distinción entre temporada alta y baja. Fuente: Elaboración propia.....	103
Tabla 13: Proyección preliminar de los ingresos a 8 años. Fuente: Elaboración propia...	104
Tabla 14: CAPEX instalación fotovoltaica sobredimensionada.....	106
Tabla 15: CAPEX instalación híbrida con generador biodiesel	106
Tabla 16: CAPEX del proyecto. Fuente: Elaboración propia	108
Tabla 17: Desglose del préstamo ICO. Fuente: Elaboración propia	109
Tabla 18: Proyección del número de clientes con servicio extra. Fuente: Elaboración propia	109
Tabla 19: Facturación total. Fuente: Elaboración propia	110
Tabla 20: Gasto en personal. Fuente: Elaboración propia.....	111
Tabla 21: Costes operativos. Fuente: Elaboración propia	111
Tabla 22: Resultado del ejercicio. Fuente: Elaboración propia.....	112
Tabla 23: VAN y TIR. Fuente: Elaboración propia	113

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1 TURISMO RURAL Y SOSTENIBLE: CONTEXTO GLOBAL Y NACIONAL

El turismo es una de las industrias más consolidadas a nivel mundial. Su recuperación después de la pandemia del COVID-19 ha sido notable, con cerca de 1.300 millones de turistas internacionales generando exportaciones turísticas totales de 1,6 billones de dólares, significando un 88% de los niveles previos a la pandemia (Foro Económico Mundial 2024).

Estas cifras se deben acompañar de la mano de la responsabilidad social y ambiental, para preservar el atractivo turístico de las zonas visitadas y mantener la salud de su ecosistema. De esta forma, organismos internacionales insisten en que este sector tome medidas para hacer frente al cambio climático, la biodiversidad y contaminación. La Agenda 2030 de la ONU incluye metas explícitas para promover un turismo responsable que permita el desarrollo de las comunidades locales. El turismo sostenible se ha consolidado como una tendencia clave buscando equilibrar el crecimiento económico, protección ambiental y bienestar social.

El turismo rural dentro de la tendencia global ocupa un lugar destacado. La Organización Mundial del Turismo (OMT) subraya el potencial único del turismo en áreas rurales para impulsar el desarrollo, para salvar brechas socioeconómicas y fomentar la resiliencia en zonas que afrontan desafíos de despoblación.

En España las políticas actuales buscan orientar el sector con prácticas sostenibles además de promover la diversificación. El turismo rural es una palanca para desconcentrar la actividad, reducir la estacionalidad y distribuir la riqueza revitalizando entornos rurales. En 2020 residían en municipios rurales alrededor de 7,5 millones de personas, suponiendo un total del 84% de la extensión del territorio nacional («Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion.pdf», s. f.).

Esto se traduce en una distribución poblacional desigual, dando lugar a la “España vaciada”, municipios rurales que han visto su población mermar con el paso del tiempo. Entre 2001 y 2017 el 62% de los municipios españoles perdió población («Ministerio de Política Territorial y Función Pública», s. f.).

Este fenómeno no repercute únicamente a España. Para la Unión Europea las regiones rurales albergan en torno al 20% de la población abarcando el 45% de la extensión territorial. El turismo rural da una salida por tanto a las necesidades de la demanda de vivir experiencias únicas, alejándose cada vez más de los centros turísticos masificados, y la necesidad de impulso de la economía en áreas rurales, en línea con las directrices de desarrollo regional.

1.2 DESAFÍO DE LA DESPOBLACIÓN RURAL EN BURGOS Y EL VALLE DE VALDIVIELSO

Burgos es un ejemplo muy claro de despoblación rural. Entre 2015 y 2020 la población de Burgos ha descendido alrededor de un 0,3% anual. Muchas de sus comarcas presentan un constante envejecimiento en consecuencia de la migración de jóvenes en busca de mejores oportunidades en núcleos urbanos, como en Bilbao, Santander o Valladolid («Eurostat» 2023).

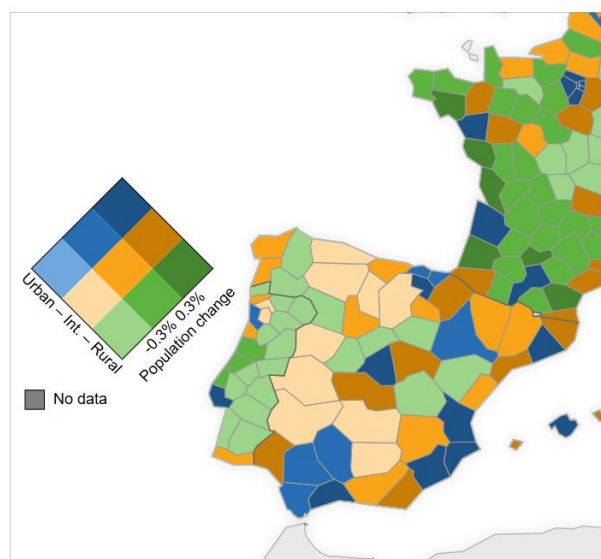


Ilustración 1: Despoblación en zonas rurales por Eurostat 2023

El Valle de Valdivielso, ubicado al norte de Burgos es parte de este problema. Su población ha caído desde los primeros censos en el siglo XIX considerablemente alcanzando una reducción del 75% en los últimos 50 años. En la tabla adjunta se muestra la evolución de la población de derecho (gente empadronada o con su residencia) y de hecho (gente que se encuentra en el lugar en un momento determinado sin necesidad de empadronamiento) (INE 2021).

	Censo							
	1950	1960	1970	1981	1991	2001	2011	2021
Población de Hecho	2287	1904	1241	834	614	..	..	..
Población de Derecho	2455	1961	1263	864	650	530	431	386
Hogares	594	482	352	320	272	246	200	205

Tabla 1: Variación de la población en la Merindad de Valdivielso según INE

La consecuencia son pueblos medio vacíos, tierras en desuso y patrimonio cultural infrautilizado. Iglesias románicas del siglo XIII, torreones medievales y rutas históricas

salpican el valle en peligro de marchitarse con el tiempo por falta de la atención que merecen. De la misma manera sucede con el paisaje natural que caracteriza el entorno- valles fluviales, sierras y bosques – permanecen al margen del flujo turístico solicitado actualmente.

A pesar de esto, este fenómeno se ha paralizado e incluso revertido en los últimos 15 años debido a una puesta en valor de las zonas rurales. Fenómenos como rehabilitación de antiguas casas familiares o incluso migraciones están desviando la atención de nuevo hacia el Valle de Valdivielso, que recobra gran fuerza sobre todo en épocas vacacionales, como en verano y navidad, momentos en los que puede acoger incluso diez veces su población censada.



Ilustración 2: Valle de Valdivielso en el mapa

La recuperación de la esencia del valle conlleva desafíos socioeconómicos papables: falta de empleo local, fuga de talento a centros urbanos, envejecimiento de la población y dificultades para mantener los servicios básicos. De cualquier manera, el Valle de Valdivielso cuenta con recursos suficientes para reactivar su economía: entorno natural extraordinario, patrimonio histórico, cultura agroalimentaria (productos locales, apicultura y ganadería) y una comunidad arraigada.

1.3 MOTIVACIÓN

Como respuesta nace la iniciativa “Suite Shelter”, buscando integrar el turismo sostenible y el desarrollo cultural del valle. El propósito principal es demostrar que es posible revertir el declive económico en entornos rurales con proyectos bien adecuados al entorno y orientados con prácticas sostenibles. La elección del emplazamiento nace del amor del autor por la tierra en la que creció y se desarrolló, intentando darle la importancia que se merece y compartirla con un público interesado en descubrir una tierra perdida de la vieja Castilla.

El proyecto se basa en el desarrollo de un plan estratégico para la implantación de un alojamiento boutique compuesto por un conjunto de cabañas autónomas dispuestas armónicamente en distintas fincas del valle. El enfoque es parecido al del *glamping* o ecoturismo de lujo, proporcionando servicios y comunidades premium en un medio rural.

La construcción de las cabañas seguirá los estándares *Passivhaus* a partir de materiales sostenibles. Con esto se pretende asegurar el máximo confort de los estándares de aislamiento más avanzados, con materiales sostenibles de la zona con el objetivo de minimizar la huella de carbono. Como van a ser off-grid (autosuficientes energéticamente), se alimentarán mediante un grupo electrógeno formado por un set de placas solares y baterías de litio. Además, incorporará sistemas de gestión eficiente del agua – tanto de aguas grises como de agua potable – para minimizar el impacto medioambiental y reutilizar el agua para usos secundarios como riego de huertas y un plan de gestión de residuos para fomentar el reciclaje.

Este proyecto aspira a maximizar el impacto positivo en la comunidad local, a partir de colaboraciones con productores locales – ofreciendo productos de kilómetro 0 y decoración de artesanos locales – dispersando el gasto por toda la zona y activando la economía. Lo que respecta la construcción y funcionamiento operativo del hotel, se buscara involucrar a los habitantes en su desarrollo, mediante empleo directo y programas de formación para mejorar la atención al cliente (ofreciendo tutoría en idiomas y responsabilidad ambiental).

Suite Shelter debe actuar como motor de activación del desarrollo comunitario, reforzando el tejido socioeconómico de Valdivielso y fomentar el retorno de los que se han ido, dándoles motivos de peso para quedarse, de la mano de un proyecto que aporte un valor añadido al valle.

Como conclusión, surge de la convicción de que un proyecto turístico bien concebido puede hacer florecer al valle de nuevo: protegiendo su ecosistema, celebrando su cultura e historia locales y generando nuevas oportunidades de prosperidad para sus habitantes. Su enfoque este alienado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y las estrategias nacionales contra la despoblación para replicarlo en otras zonas de la península.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El proyecto se articula sobre los siguientes ejes, todos igual de importantes para medir el desarrollo y consecución de este:

- **Uso de tecnología puntera** a partir de los estándares Passivhaus, alcanzando una eficiencia energética que minimice las necesidades de climatización haciendo uso de materiales de la zona. El objetivo es otorgar el máximo confort en un alojamiento alejado de los centros urbanos, disrumpiendo con la construcción tradicional y fomentando buenas prácticas. El sistema de climatización lo formara un intercambiador de calor de doble flujo que proporcionara las condiciones deseadas en cualquier época del año con el menor consumo energético.
- **Sostenibilidad medioambiental** partiendo de un diseño que maximice la eficiencia energética, implementando prácticas como el tratamiento de aguas y uso de energías renovables y fomento del reciclaje y compostaje de materia natural. Las instalaciones deben convivir en armonía con el entorno rural, minimizando emisiones, impacto y desperdicios, suponiendo esto un referente en construcción sostenible en zonas rurales.
- **Desarrollo económico** revitalizando la economía del valle atrayendo flujo turístico. El alojamiento actuara como tractor para visitantes que quieran apreciar el encanto

de la zona, generando así actividad creando empleos directos para su operativa, y empleo indirecto por el aumento de la demanda de bienes y servicios en la zona. El proyecto debe ser un catalizador de sectores como la agroalimentación, la pequeña empresa y los servicios en el valle.

- **Mejora de la cualificación laboral** dotando a la comunidad mediante orientación laboral de habilidades para tratar al cliente y concienciar de la responsabilidad ambiental que promueve el proyecto. Promover la formación sobre todo de jóvenes que estén interesados en formar parte del proyecto, reforzando el capital humano de la zona sentando las bases de un desarrollo a largo plazo. El éxito del alojamiento se medirá por indicadores financieros e impacto social positivo, demostrando su viabilidad económica y el desarrollo de las competencias laborales de las personas que participen en el proyecto.
- **Un modelo de negocio replicable** en otras zonas con características similares para impulsar su economía con los mismos valores y principios que se van a llevar a cabo en el Valle de Valdivielso. Se pretende demostrar su viabilidad económica, ambiental y técnica. La memoria pretende ser una guía para todo individuo o institución con la ambición de desarrollar un proyecto similar en la España vaciada.

1.5 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Suite Shelter se alinea de manera estratégica con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU establecidos en la Agenda 2030. Se abordan dimensiones ambientales, sociales y económicas para un desarrollo sostenible. Se detallan a continuación los objetivos con los que se alinea el proyecto («Objetivos y metas de desarrollo sostenible», s. f.).

ODS 7: Energía asequible y no contaminante

Las cabañas van a ser completamente autosuficientes, sin ningún tipo de conexión a red eléctrica ni abastecimiento de agua. Por esto, se implementan prácticas para el uso de energías renovables y abastecimiento y tratamiento de aguas que permitan acondicionar y abastecer la cabaña mediante energía limpia.

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico

Se impulsa el empleo local y la formación mediante programas que mejoren competencias relacionadas con la responsabilidad medioambiental y el trato al cliente. Se promueve el desarrollo económico rural ofreciendo trabajos decentes tanto para hombres como mujeres, jóvenes y personas con discapacidad, ofreciendo remuneración igualitaria por un trabajo del mismo valor.

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles

Revitalizar el Valle de Valdivielso salvaguardando su patrimonio cultural y natural, mediante un turismo respetuoso. Se promueve un desarrollo urbano y rural sostenible apoyando vínculos económicos, sociales y ambientales para el valle.

ODS 12: Producción y consumo responsable

En la operativa del hotel se van a implementar practicas sostenibles fomentando el uso eficiente de los recursos, minimizando residuos y compostaje de productos orgánicos para la generación de abono para huertos.

ODS 13: Acción por el clima

Las medidas para reducir el impacto medioambiental constituyen una iniciativa por la lucha contra el cambio climático. El objetivo es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto está en línea con los esfuerzos globales para combatir el cambio climático.

ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres

El proyecto se centra en generar el menor impacto sobre el valle, garantizando una experiencia única y privilegiada asegurando la conservación restablecimiento y uso sostenible de las fincas y zonas donde se implantará. Las medidas favorecen la preservación del ecosistema y detener la pérdida de biodiversidad a causa de las malas prácticas.

Capítulo 2. CONSIDERACIONES DEL PROYECTO

En este apartado se exponen los proyectos en los que se basa Suite Shelter para su desarrollo como punto de partida. Posteriormente se estudia la tecnología que va a utilizar, el aislamiento térmico siguiendo la teoría Passivhaus, su distribución y los sistemas de abastecimiento eléctrico con sus respectivas propuestas sostenibles.

2.1 EMPLAZAMIENTO

Antes de definir cualquier aspecto de la tecnología que va a incorporar la cabaña, se detalla la localización de la finca donde se ubicará Suite Shelter. El objetivo es proporcionar altos niveles de confort y lujo en un medio rural, primado el aislamiento y la privacidad. Por lo tanto, la finca está apartada del entorno urbano. A continuación, se muestra la ubicación exacta en vista satélite de la finca en el Valle de Valdivielso, Burgos.

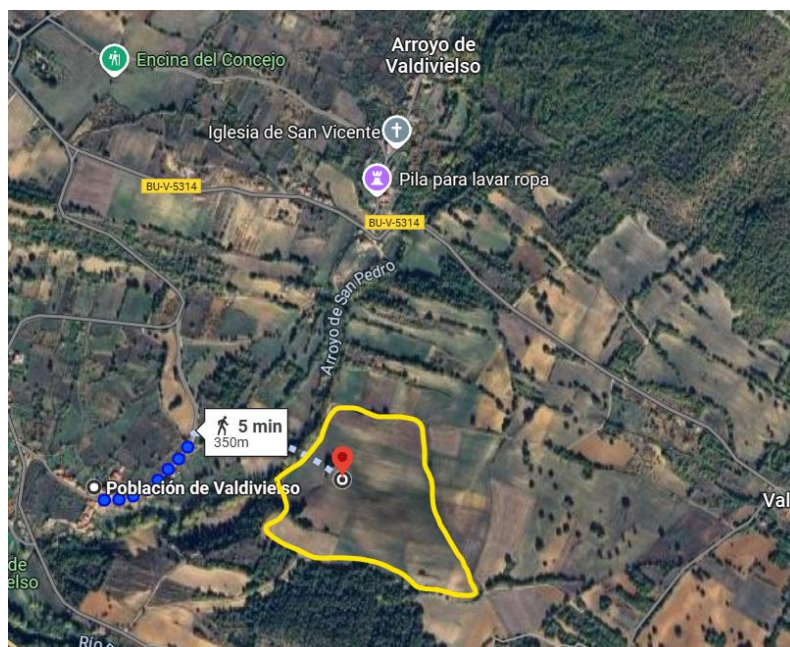


Ilustración 3: Vista satélite de la finca en el Valle de Valdivielso, Burgos

Se hace hincapié en que la cabaña será off-grid y se pretende montar in-situ, con los módulos previamente fabricados en un taller y transportados hasta el emplazamiento. Además, se orientará la entrada con la cara acristalada hacia el sur para aprovechar al máximo la iluminación y la energía solar para acondicionar la vivienda. La finca presenta un resalto donde se emplazará la cabaña, que previsiblemente tendrá luz solar durante todas las horas de incidencia en el valle sin sombras de árboles colindantes.

2.2 PROYECTOS INTERNACIONALES DE REFERENCIA

El concepto de Suite Shelter viene de la mano de proyectos a nivel internacional que abogan por prácticas similares en turismo sostenible y lujo en el medio rural. Se hace referencia a 3 en concreto, todos ellos ubicados fuera de España: PurePods (Nueva Zelanda), The Bolder (Noruega) y EYRE.WAY (Australia). Todos ellos comparten características fundamentales de Suite Shelter como es el diseño (estancias de entre 30 y 40 m²), integración en entornos remotos y autonomía y eficiencia energética con prácticas sostenibles tanto en tratamiento de aguas como uso de energías renovables.

PurePods son eco-cabañas de forma cubica, con amplios ventanales tanto en los muros como en el techo para proporcionar una panorámica del entorno, especialmente de la iluminación nocturna. Se ubican en fincas alejadas de la civilización entre bosques y montañas, con un cielo categorizado como clase 1 por la escala Bortle (Jones, s. f.), que clasifica la visibilidad de las estrellas en función de la contaminación lumínica a la que este expuesta una zona. Presentan una dimensión aproximada de 30 m², ofreciendo una experiencia inmersiva con materiales sostenibles que otorgan calidez preservando un aspecto minimalista. El diseño está orientado hacia la máxima eficiencia energética. Cuenta con un sistema de placas solares y un sistema de depuración de agua que es reconducida para riego de la vegetación circundante. En conjunto, ofrecen un alojamiento respetuoso con el medio ambiente, y de lujo en el medio rural, manteniendo altos estándares de confort.

The Bolder son 4 cabañas modulares diseñadas por Snøhetta sobre el fiordo de Lysefjord («The Bolder», s. f.). Tres de ellas presentan una envergadura de 38 m². Su estructura se

erige sobre pilares de hormigón y están revestidas por madera de cedro rojo en su exterior, y de roble europeo en su interior para aportar un aspecto minimalista. Cuentan con ventanas de doble acristalamiento para proporcionar una buena aclimatación interior sin renunciar a una panorámica del valle. Los materiales y colores han sido escogidos para camuflarse en el entorno, con colores terrosos armonizados con la roca, además de utilizar materiales locales para la edificación reduciendo el impacto ambiental. También son off-grid, ofreciendo un confort premium sin depender de la climatización convencional.

El proyecto **EWRE.WAY** es de una empresa familiar localizado en la península de Eyre en Australia. Sus cabañas cuentan con unas dimensiones de 35 m², a partir de materiales sostenibles y la estética minimalista y cálida aportada por los remates en madera («MALDHI», s. f.). Orienta su parte acristalada hacia el norte para aprovechar al máximo la iluminación y el calor solar, consiguiendo una alta eficiencia térmica por los estándares de su diseño. El grupo electrógeno que alimenta las cabañas cuenta con un sistema de baterías que alimentan la iluminación y el sistema de aire acondicionado reversible. Como respaldo dispone de un generador alimentado con biodiesel. Han implementado biodigestores y humedales artificiales para tratar las aguas grises como soluciones para reducir los residuos. Brindan una experiencia sostenible de lujo en un ambiente rural, sin renunciar al máximo confort.

La ergonomía de este último proyecto está muy en consonancia con lo que se pretende desarrollar en Suite Shelter. Cuenta únicamente con dos estancias diferenciadas, distinguiendo por un lado el baño y por otro salón comedor con una Kitchenette y la cama doble al fondo de la estancia.

2.3 DISTRIBUCIÓN FUNCIONAL

La distribución está meticulosamente estudiada para garantizar buena accesibilidad, una experiencia inmersiva y otorgar al huésped la mayor privacidad posible, equilibrándolo con los aspectos previamente mencionados. Se incluyen todos los indispensables con extras para

garantizar el mayor confort posible, con muebles a medida que permiten una fácil movilidad del huésped por la cabaña.

En cuanto a la distribución del espacio interior, está pensada para maximizar la ergonomía y aprovechamiento del espacio, incluyendo: un baño con ducha, aseo y lavabo, y otra estancia donde se encuentran la cama matrimonial, la cocina el sofá y la mesa auxiliar. Se adjunta a continuación una captura del software HomeByMe donde se ha modelado el alojamiento con una estructura inicial. Tanto el largo como el ancho de la cabaña aparecen representados en centímetros.



Ilustración 4: Imagen en planta de la cabaña. Fuente: Elaboración propia

La estructura de la cabaña está pensada para ser transportable en camión, teniendo en cuenta las dimensiones máximas del tráiler de un camión en España (2,5m de ancho y 16m de largo). En la imagen se ha modificado la estructura ensanchando la cabaña con el objetivo de

representar la futura distribución del espacio. Ya que los muebles se harán a medida, será posible preservar el ancho esperado menor a 250 centímetros.

Tal y como se representa en la imagen, una pasarela rodeará el alojamiento, a modo de terraza en la parte frontal, invitando al usuario a disfrutar de un espacio adicional en los meses que el tiempo lo permita.

El acceso será un camino de grava o hierva para modificar en la menor medida la finca donde se llevará a cabo el proyecto. Solamente se facilitará un acceso marcado a la finca, a través de un camino de tierra desde la carretera principal del valle. Se tratará el suelo de la finca para acondicionarlo de forma que sea fácil caminar por la zona circundante a la cabaña, y se dispondrá de una zona de aparcamiento para que los huéspedes puedan dejar su vehículo dentro de la finca sin obstaculizar el paso por el camino.

Como demostración gráfica y para dar una imagen más clara de lo que se quiere hacer, se muestra a continuación una vista en 3D de la cabaña.

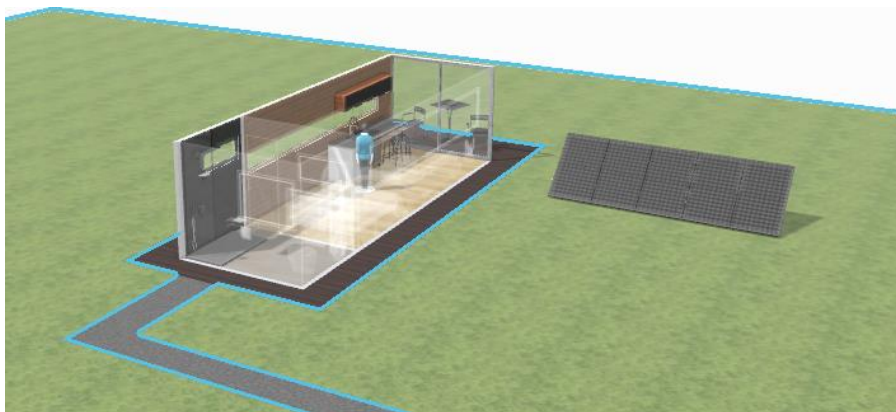


Ilustración 5: Vista en 3D de la cabaña. Fuente: Elaboración propia

El camino llega hasta la parte anterior de la cabaña, respetando al máximo la privacidad de la misma al ofrecer un entorno completamente inhabitado desde la parte frontal, donde se encuentra la entrada acristalada.

2.4 AISLAMIENTO TÉRMICO PASSIVHAUS

El estándar Passivhaus nace en Alemania en 1991, con el objetivo de reducir la demanda energética hasta un 80 % en calefacción y refrigeración. Esto permite la incorporación de energías renovables para satisfacer la demanda restante (Inarquía certificación Passivhaus 2020). A continuación, se detallan los principios sobre los que se sustenta el concepto Passivhaus:

El **aislamiento térmico**, colocado en toda la envolvente de la vivienda, por lo que es imperativo aportar dicho aislamiento no solo a las paredes exteriores, sino también a todos los forjados (suelo y cubierta). Lo que va a permitir esto es retener tanto el calor en invierno, como impedir su paso al interior de la vivienda en las épocas más calurosas. Es imperativo que este sea continuo en toda la envolvente para prevenir la aparición de puentes térmicos.

Los **puentes térmicos** son puntos de la envolvente donde se produce un cambio. Esto viene dado por variaciones en el tipo o grosor del aislante, o características de la instalación. La consecuencia es la reducción de la resistencia térmica en esos puntos, siendo los más susceptibles a su aparición: todas las uniones, esquinas y juntas.

La cabaña debe ser **hermética**. La ventilación por su parte será mecánica, evitando la tradicional ventilación manual debido a las pérdidas de energía que conlleva. Este principio se puede conocer realizando una prueba de presión, o ensayo *Blower Door* (Inarquía certificación Passivhaus 2020). Su finalidad es crear un diferencial de presión entre el interior de la estancia o vivienda y el exterior, colocando un ventilador en la entrada de la casa. Para conseguir la certificación Passivhaus, será necesario reportar menos de 0,6 revoluciones de aire por hora.

Como se ha mencionado, la **ventilación debe ser mecánica**, y controlada por recuperadores de calor de alta eficiencia. Estos sistemas consiguen aumentar el confort interior de las viviendas, aportando aire libre de contaminación y partículas debido a los filtros que poseen en su interior. Se basan en aprovechar la energía del aire interior expulsado, para dársela al que circula al interior de la vivienda.

Los puntos más críticos en construcción son las puertas y ventanas, ya que pueden suponer la mayor fuga de energía de la instalación, debiendo elegir los materiales y el método de construcción con precisión para evitarlo. El modelo Passivhaus propone la utilización de **carpinterías de baja transmitancia** y ventanas con cristales de triple vidrio con cámaras de gas inerte. El vidrio también tiene una influencia en el aislamiento, y debe ser bajo emisor para reflejar el calor al interior de las estancias en invierno y mantenerlo fuera en verano.

Se concluye de esta forma que no hay **estándares constructivos** predefinidos en el **Passivhaus**, sino requisitos que deben cumplirse respecto a la demanda de calefacción y refrigeración ($<15 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$), la demanda en energía primaria ($<120 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$) atendiendo a toda la demanda de electricidad, y hermeticidad ($<0,6$ renovaciones de aire por hora (con un diferencial de presión de 50 Pascales).

En España, la entidad que se encarga de su emisión es Energiehaus Arquitectos, y es una certificación de referencia para todos los Edificios con Consumo de Energía Cero o nulo (nZEB) (Inarquía certificación Passivhaus 2020).

El coste por metro cuadrado de este tipo de proyectos es más elevado, debido a la obtención del proyecto técnico y la propia certificación. Suele rondar entre 1000 y 1300 € (frente a los 900-100 € de una construcción tradicional) (Inarquía certificación Passivhaus 2020).

Con el objetivo de desarrollar un proyecto sostenible y comprometido con el medio ambiente, los materiales propuestos para su edificación serán ecológicos y de fuentes cercanas para reducir la huella de carbono originada por su adquisición. Se empleará paja como material aislante y madera para aportar una estética acogedora en el interior de la cabaña.

Para respaldar la viabilidad de este tipo de proyectos, se pone en valor el proyecto Larixhaus («Larixhaus», s. f.). Es una casa pasiva certificada ubicada en Cataluña, en la localidad de Collsuspina (888 metros sobre el nivel del mar) y está considerada la primera casa certificada Passivhaus construida con paja como material aislante. Es un referente para

este tipo de edificaciones en España y el mundo, demostrando la viabilidad de este tipo de aislantes alineados con los estándares de aislamiento térmico más elevados.



Ilustración 6: Larixhaus (casa pasiva) en Collsuspina, Cataluña (Passivhaus Database 2013)

Se partirá por tanto del modelo constructivo de Larixhaus. Se describe a continuación los componentes constructivos con los que cuenta este proyecto. Empezando por la **envolvente térmica**, se describen sus componentes desde dentro hacia fuera:

Capa	Material	Espesor	Función principal
1	Placa de yeso reforzado tipo Fermacell	12 mm	Acabado interior para resistencia mecánica y acústica (sin tóxicos)
2	Cámara de instalaciones con rastreles de madera	35 mm	Espacio técnico para instalaciones sin perforar la capa hermética
3	Panel de OSB-4 sellado	22 mm	Capa de hermeticidad del aire

4	Balas de paja verticales entre estructura de madera	400 mm	Capa principal de aislamiento térmico ($\lambda = 0,045 \text{ W/m}^2\text{K}$)
5	Tablero de fibra de madera transpirable	16 mm	Freno de vapor y soporte exterior. Permite transpiración evitando condensaciones.
6	Membrana cortaviento y cámara ventilada	-	Permite salida de vapor y corta el viento entrante
7	Fachada con lamas de alerce sobre rastreles	variable	Acabado natural y resistente

Tabla 2: Componentes de la envolvente térmica de Larixhaus (Passivhaus Database 2013)

Con este diseño se consigue una envolvente completamente funcional e higrotérmica (mantiene adecuadamente los niveles de temperatura y humedad deseados). Es evidente que Suite Shelter no necesitará un espesor tan pronunciado como Larixhaus, ya que la envolvente solo deberá cubrir entre 30 y 40 m² (Larixhaus tiene una superficie de 92m²), pero la disposición de las capas y el diseño es lo que inspirará la posterior edificación de la cabaña. Se consigue un valor de transmitancia térmica de **$U=0,146 \text{ W/m}^2\text{K}$** .

La construcción tradicional no suele apostar por el aislamiento térmico en la cubierta de los edificios. Es por tanto uno de los puntos principales donde la filosofía Passivhaus gana notoria ventaja en cuanto a eficiencia energética.

Las **cubiertas y el suelo** de Larixhaus cuentan también con una capa de paja de 400 mm de la misma forma que las paredes, para mantener constante la envolvente aislante en toda la vivienda, tal como se ha descrito previamente. Los valores de transmitancia térmica finales son **$U=0,147 \text{ W/m}^2\text{K}$** y **$U=0,164 \text{ W/m}^2\text{K}$** respectivamente.

Los **cerramientos** son las partes más ineficientes en térmicos de aislamiento térmico. Rompen la capa de aislamiento de la envolvente y generan pérdidas energéticas si no están bien diseñadas. Larixhaus apuesta por acristalamientos de triple capa, con dos cámaras de gas inerte argón de 16 milímetros. Los valores finales de transmitancia para puertas y ventanas son: $U=1,11 \text{ W/m}^2\text{K}$ y $U=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ respectivamente.

Después de un análisis con la plantilla de PHPP de Passivhaus Institute, se consiguen los siguientes resultados:

- Número de renovaciones por hora: $n_{50} = 0,31/h$ ($<0,6/h$ del estándar)
- Demanda de calefacción anual de: $12 \text{ kWh/m}^2\text{año}$ (<15 del estándar)
- Carga térmica: 11 W/m^2
- Demanda de energía primaria: $107 \text{ kWh/m}^2\text{año}$ (<120 del estándar)

Se concluye de esta forma que es posible la construcción de una casa pasiva con los máximos estándares de aislamiento térmico y confort a partir de materiales sostenibles. Además, especifican un **coste de construcción por metro cuadrado de 1083€**, también dentro de los baremos estimados anteriormente (1000-1300€).

2.5 SISTEMA DE ACLIMATACIÓN

Siguiendo los principios del estándar Passivhaus, la ventilación debe ser mecánica para asegurar una renovación adecuada del aire sin pérdidas de energía. El diseño de la estructura solamente considera una apertura, la entrada principal. El resto de las ventanas son fijas para impedir la ventilación forzada excesiva y por ende el derroche energético. De todas formas, se planteará la inclusión de una ventana funcional en el baño para prevenir humedades y permitir una mayor renovación del aire.

El intercambiador de calor se encargará de renovar el aire del alojamiento, acondicionándolo a su entrada para asegurar el máximo confort. Se ha escogido concretamente el Recuperador Prana 200C ErP Pro.

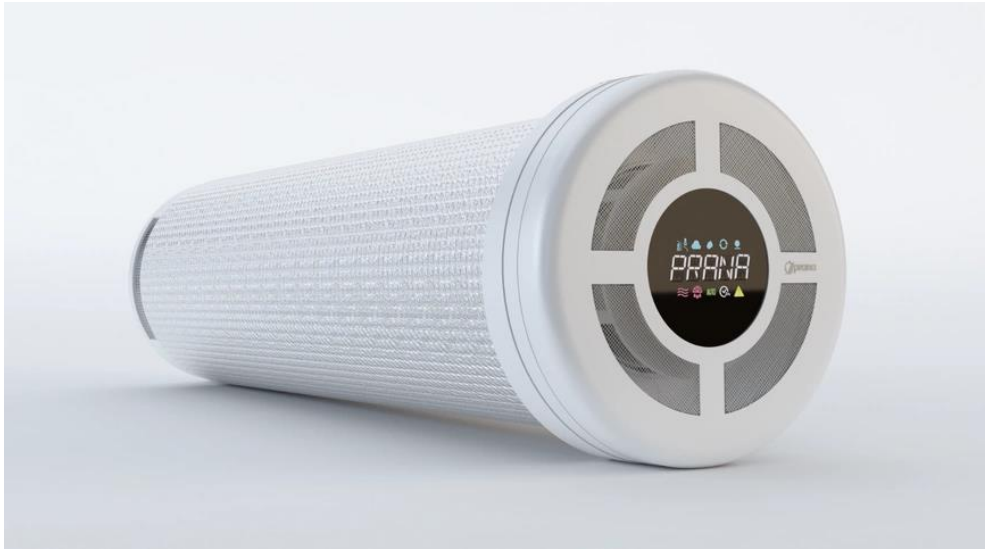


Ilustración 7: Recuperador Prana 200C ErP Pro («Prana recuperators», s. f.)

Servirá de sobra para aclimatar el alojamiento, pues la estancia recomendada en la ficha técnica es de 50 m² como máximo. Las características principales de este sistema son:

- Medidas: $\varnothing=200\text{mm}$; $L\geq 500\text{mm}$ (adaptable al grosor de la pared).
- Insuflación y extracción simultánea de aire.
- Eficiencia energética 92% (recuperación de la energía del aire expulsado).
- Consumo energético: 3,2-26 W/h.
- Presión sonora del dispositivo: 9-44 dB.
- Flujo de aire: 90m³/h

Se instalará en mitad de la cabaña, para aumentar su eficiencia alejándolo de la puerta, y a la vez respetando una distancia con la cama. El precio presupuestado por el producto y la instalación asciende a 500€.

2.6 TRATAMIENTO DEL AGUA

Suite Shelter, al ser un alojamiento off-grid, debe gestionar el agua de forma eficiente, para minimizar el impacto medioambiental y el derroche de recursos. Se van a estudiar en este apartado medidas para: captación y potabilización de agua de lluvia. Tratamiento de aguas grises y gestión de aguas negras.

Captación y potabilización de agua de lluvia

El aprovechamiento del agua precipitada sobre la cabaña será una fuente de abastecimiento para el llenado del depósito de la cabaña fundamental. El agua se capturará desde la cubierta de la cabaña, mediante canalones y bajantes, conduciéndola a un depósito enterrado. El agua será previamente filtrada para prevenir la contaminación del tanque.

El depósito de agua potable se encontrará debajo de la instalación, envuelto por la estructura sobre la que se montará la cabaña, que la elevará una distancia sobre el suelo. Dicho espacio se aprovechará también para los sistemas de tratamiento de aguas grises y negras. Al estar enterrado bajo la cabaña, es viable disponer de un gran volumen de agua para asegurar la autonomía durante 4/5 días, estabilidad térmica y prevención frente a la aparición de algas y formación de otro tipo de compuestos orgánicos dentro del tanque debido a las bajas temperaturas dado el contacto con la tierra.

El agua se potabilizará mediante un filtro de ozono, agente desinfectante que supera en ciertos casos incluso al cloro o la radiación ultravioleta según la Agencia de Protección Medioambiental (EPA) de los Estados Unidos («Desinfección con ozono», s. f.). Es un agente germicida capaz de eliminar bacterias (salmonela, shigella), virus (hepatitis A, rotavirus), y protozoos, para asegurar un consumo saludable, sin intervención de agentes químicos, minimizando el impacto ambiental. Su mecanismos de acción permite la eliminación de hasta un 99,999% de los niveles bacterianos y víricos, mediante:

- **Oxidación directa de la pared celular** bacteriana provocando muerte celular.
- **Daño directo a ácidos nucleicos** y su material genético, inactivando virus y protozoos.

- **Generación de radicales libres altamente reactivos** (OH^- y HO_2) que potencian el efecto germicida.

Su funcionamiento está libre de compuestos químicos y se genera en un sistema compacto alimentado eléctricamente. Adicionalmente, no deja residuos ni subproductos tóxicos, o alteraciones en el sabor u olor del agua, encajando perfectamente con los estándares de lujo y sostenibilidad de Suite Shelter. Este principio se basa en asegurar un contacto con el agua durante 3 o 4 minutos de entre 0,5 y 0,8 mg/l de ozono, consiguiendo una calidad excepcional y desinfectada. El ozono tras el tratamiento se descompone en oxígeno, sin dejar residuos («Hidritec - Tratamiento de agua potable con Ozono», s. f.).

Se muestra a continuación el sistema escogido para la desinfección del agua potable en la cabaña:



Ilustración 8: Filtro de ozono Aquaflow 3 GPM Fill Station, de Oxidation Technologies

Es el modelo **Aquaflow 3 GPM Fill Station**, del fabricante Oxidation Technologies. Es capaz de proporcionar 3 galones por minuto (aproximadamente 11,4L/min), insertando 0,5 partículas por minuto de ozono en el caudal entrante, suficiente para asegurar una

desinfección correcta del flujo de abastecimiento tanto del lavabo y ducha como del fregadero en la cocina. Se estima un consumo en operación continua de entre 20 y 50 W, suponiendo este el único indicador de huella medioambiental del sistema. Este sistema está probado para eliminar todo compuesto bacteriano en menos de 30 segundos, permitiendo un abastecimiento a demanda de agua desinfectada.

Además de compuestos orgánicos, es capaz de eliminar compuestos inorgánicos como metales pesados, resultando en compuestos insolubles que se pueden eliminar del flujo fácilmente a través de filtros de carbón activado («Hidritec - Tratamiento de agua potable con Ozono», s. f.).

Tratamiento de aguas grises

Las aguas grises se refieren a las residuales provenientes de la ducha y los lavabos, excluyendo el inodoro. La principal diferenciación es el contenido de carga fecal y patógena en comparación con las aguas negras («Aguas Grises: Origen y composición», s. f.). Hay varios índices que miden el contenido orgánico en el agua y sirven para diferenciarlas, siendo el caso del DBO₅ – es una estimación de la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en 5 días – para el que se ha estandarizado un nivel de entre 90-290 mg/l, comparado con los 400 mg/l de aguas negras.

Actualmente hay distintas tecnologías que permiten la reutilización de las aguas grises para usos secundarios, incluso sistemas que recuperan la calidad del agua para procesos de enfriamiento o para uso en calderas. Concretamente, MBR (Membrane Bioreactor) es un sistema que combina la acción de un biorreactor con la filtración por membranas. Dadas las características del proyecto se va a optar por un sistema más sencillo, ante la baja producción de aguas grises por la estacionalidad del modelo de negocio.

Por esto se estima que la mejor solución para el reciclaje de aguas grises es una depuradora para reducir el consumo de agua de la instalación hasta un 90%, con el consiguiente llenado de cisternas. Concretamente se va a utilizar una depuradora del fabricante **APLIAQUA**, una depuradora Solgris que se acoge a distintos tipos de filtrado para conseguir los estándares

del Real Decreto 1620/2007, que establece el régimen jurídico de la reutilización de aguas depuradas («Ficha informativa depuradora Solgris», s. f.).

Cuenta con una fase de pretratamiento físico, basada en un filtro de cebrado grueso para pelusas, pelos y residuos gruesos que puedan obstruir las etapas consecutivas. Es autolimpiable, por lo que evita acumulaciones o mantenimiento frecuente.

Un reactor biológico donde la acción de microorganismos aeróbicos degrada la materia orgánica del flujo de aguas grises entrantes. En este sistema, los microorganismos se adhieren a soportes plásticos o directamente al medio y consumen la carga orgánica. Seguido hay una etapa de decantación donde se acumulan la biomasa muerta y partículas coloidales, siendo este un proceso físico asistido por la gravedad, dado por el bajo flujo de agua.

El agua se desinfecta mediante una lámpara de rayos ultravioleta, siendo una desinfección física, mediante la radiación de la lámpara, que elimina bacterias, virus y protozoos. Esto se consigue sin adición de ningún tipo de químicos, lo cual promueve los estándares sostenibles del proyecto. La radiación daña directamente el ADN de los microorganismos que pudiese haber en el agua, inactivándolo y permitiendo su reutilización para usos secundarios. Esta etapa incorpora adicionalmente una entrada para adición de colorante para marcar el torrente como agua filtrada e impedir confusiones posteriores (para no confundirla con agua potable).

Finalmente hay otro filtro de mayor precisión para eliminar partículas finas remanentes. Incorpora todo tipo de sensores de nivel y rebosadero de seguridad a lo largo de su circuito para evitar sobrecargas por malfuncionamiento, mejorando su autonomía.

Tratamiento de aguas negras

Las aguas negras tienen una concentración mayor de DBO_5 que las grises, siendo su tratamiento más tedioso, por lo que se va a recurrir a métodos naturales para su tratamiento.

Los humedales artificiales pretenden replicar las características de los humedales naturales, con el propósito de depurar las aguas para eliminar los vertidos y la contaminación de

acuíferos. Pueden ser de perfil vertical u horizontal, y se va a optar por el segundo, dadas las características del terreno. Esto dotará de un jardín autosostenible para la finca.

El medio está compuesto por gravilla y rocas de diferentes tamaños que permiten que el agua fluya por todo el biofiltro y se eliminen los residuos por medios físicos, químicos y biológicos (sedimentación, filtración, biodegradación anaeróbica y absorción de las plantas), suponiendo un sustento para las propias plantas («Humedales artificiales o biofiltros» 2020).

Correctamente dimensionado, puede remover hasta un 90% del DBO y sólidos suspendidos. Además, se debe tener en cuenta la ocupación discontinua del alojamiento, para lo que se podrían disponer sensores de humedad que activen un sistema de riego automático para prevenir sequedad en el biofiltro. Este sistema no exige un mantenimiento constante, requiriendo una revisión periódica del estado de las plantas y un limpiado de la trampa para grasas.

Respecto al vertido de sustancias y uso de las instalaciones, será indispensable un uso responsable de los huéspedes para preservar la salud del humedal y su correcto funcionamiento, alargando así su vida útil y reduciendo su posterior mantenimiento.

Es preciso disponer de etapas de pretratamiento para retener sólidos y prevenir obstrucciones y olores en el humedal. Para dar más detalles del sistema, se distinguen a continuación las etapas de filtrado:

- Pretratamiento en tanque séptico: una cámara digestora que previene la acumulación de sólidos en etapas posteriores e inicia la descomposición anaeróbica.
- Lecho evaporativo impermeable: el flujo se distribuirá por el humedal a través de tuberías perforadas. Las plantas (juncos, cañas de indias, lirios) son especies de alta transpiración. El fondo estará permeabilizado para evitar vertidos (mediante una membrana de PVC), por lo que el destino del agua es ser absorbida por las plantas o evaporada en el mismo humedal.

El diseño debe estar adecuado a la capacidad y ocupación del alojamiento. También para tener en cuenta los equipos que se incorporen, pues existen cisternas de bajo consumo (3-6L

por descarga) cuya descarga es 3 veces menor que la de una cisterna convencional. Para el dimensionamiento se tienen en cuenta los siguientes conceptos (Serrano y Ospina 2023):

- ET: evapotranspiración, el agua que pierde el humedal tanto por evaporación directa como la transpiración de las plantas.
- ET₀: evaporación de referencia (de un césped bien regado en ese clima) como punto de partida para calcular las necesidades de riego.
- K_c: coeficiente de cultivo, para indicar cuánto evapotranspira una planta en comparación con la planta de referencia (se van a utilizar especies de K_c≈1,8)

Con esta información, se parte del consumo estimado. Para una ocupación de 1-3 días/semana, con un consumo de dos personas de 24L/día (teniendo en cuenta que un inodoro de bajo consumo descarga 6L/descarga y una persona puede ir 2 veces al día, estando la cabaña pensada para 2 personas).

Los juncos tienen una tasa de evapotranspiración de 4,6mm/día (4,6 L/día/m²). Teniendo esto en cuenta y los litros de agua producidos diariamente, el humedal debería tener una superficie mínima de:

$$A_{\text{mínima}} = \frac{\text{Litros vertidos diarios}}{\text{Índice Evaptranspiración}} = \frac{24 \frac{\text{L}}{\text{día}}}{2,6 \frac{\text{L}}{\text{m}^2 \text{ día}}} = 5,2 \text{ m}^2$$

Ecuación 1: Área mínima del humedal

Consideraciones para tener en cuenta, son la estacionalidad de los vertidos, y el clima frío de Burgos. Los vertidos estacionales podrían sugerir reducir el tamaño del humedal, pero las variaciones en la evapotranspiración de las plantas por la bajada de temperaturas en la localización del proyecto sugieren que es recomendable sobredimensionar el humedal incluso hasta 6 m². Además, para prevenir sobrecargas debido a cambios climáticos como el aumento de lluvias entre enero y mayo de 2025 en la península ibérica, se propone la incorporación de una estructura translúcida encima del humedal para protegerlo.

2.7 DEMANDA ELÉCTRICA

Para sentar las bases del diseño del suministro eléctrico, se recapitulan las bases del diseño de la cabaña y sus equipos. La cabaña será de aproximadamente 30 m² con una demanda de calefacción bajo los estándares Passivhaus (<15 kWh/m²·año), por su alto aislamiento térmico y ventilación mecánica con recuperación de calor. De esta forma el suministro eléctrico irá primordialmente dimensionado para los equipos de calentamiento y tratamiento de aguas. Se dimensiona de tal forma que se cubra la demanda de la cabaña incluso en los meses de menor radiación solar, según los datos de Meteonorm obtenidos por PVsyst:

Irradiación global sobre el plano horizontal													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
[kWh/m ² *día]	1.45	2.29	3.72	4.89	5.66	6.21	6.34	5.72	4.40	2.90	1.70	1.30	3.89
[MJ/m ²]	5.2	8.25	13.4	17.6	20.4	22.3	22.8	20.6	15.9	10.4	6.1	4.7	14

Tabla 3: Irradiación solar en el Valle de Valdivielso, Burgos [Meteonorm]

Según los datos de la base de Meteonorm, el mes con menor radiación es diciembre con un valor medio diario de 1.30 kWh/m², por lo que habrá que garantizar que incluso ese mes la descarga de las baterías no caiga por debajo del umbral de seguridad (para baterías de litio DoD ≈ 80%).

En la siguiente tabla se detallan los consumos estimados para el funcionamiento normal de la cabaña. Los aparatos usados para la estimación cumplen los estándares más altos de eficiencia energética. (etiqueta A+++ e iluminación LED).

Aparato	Uso diario (h)	Potencia W	Consumo diario (kWh)
Iluminación LED	6	140	0,84
Puntos de carga	13	50	0,65
Microondas	0,25	700	0,175
Nevera	24	12,5	0,3
Tratamiento de agua potable	1	500	0,5
Recuperador de calor		70	0,97
Agua caliente sanitaria	24	3000	2
Bombas y sensores aguas grises/negras			0,05
Depuración de aguas grises			0,1
TOTAL APROXIMADO		4472,5	5,585

Tabla 4: Consumo diario de la cabaña (en rojo los consumos permanentes)

Una **bombilla LED** necesita aproximadamente $4\text{W}/\text{m}^2$, por lo que la potencia requerida para iluminar la cabaña, que se asume de un área de 35 m^2 que puede pasar completamente iluminada por las bombillas durante 6 h al día, consume una potencia de:

$$\text{Potencia LED} = \frac{4\text{W}}{\text{m}^2} * 35\text{ m}^2 \cong 140\text{ W}$$

Ecuación 2: Potencia de la instalación LED

Suponiendo que se instalan bombillas de 10W, hace un total de 14 bombillas.

Se van a disponer **5 puntos de carga** repartidos por la cabaña. Se asume un periodo de carga continuado, asumiendo un consumo de 50W durante 13 horas, más que suficiente para asumir la carga de dispositivos móviles y ordenadores.

El **microondas** se supone de una potencia de 700 W, pero para la simulación de PVsyst se toma como si fuese $\frac{1}{4}$ de su potencia, puesto que la simulación funciona en horas y no se prevé un funcionamiento durante más de 15 minutos al día.

La **nevera** estará en constante funcionamiento a lo largo del año. Una nevera de 25 Litros con una clase de eficiencia energética A consume anualmente 39 kWh, traducido a valores

diarios supone un consumo de 0,1 kWh/día. Su funcionalidad es bastante limitada, pero permitirá al huésped disponer de un lugar donde almacenar alimentos para estancias reducidas de 1 o 2 días.

En cuanto al **recuperador de calor**, recogiendo los datos de la ficha técnica del intercambiador, presenta un consumo máximo de 74 Wh, lo que a máxima potencia se refiere. Asumiendo este funcionamiento durante 7 horas, se llega al siguiente resultado:

$$Q_{\text{eléctrico}} = 74 \text{ Wh} * \frac{7h}{\text{día}} = 520 \frac{\text{Wh}}{\text{día}} = 0,5 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}$$

Ecuación 3: Consumo eléctrico del intercambiador de calor

Para comprobar que este valor responde a los límites establecidos por Passivhaus (asumiendo una planta de 30m²):

$$Q < 15 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{año}} = 525 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} = 1,43 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}$$

Ecuación 4: Aporte energético máximo Passivhaus

Teniendo en cuenta ambos parámetros y con el objetivo de sobredimensionar la instalación, se supone una media entre ambos valores, por lo que se estima un consumo diario del intercambiador de calor de 0,97 kWh/día.

El **sistema de ACS** será un termo eléctrico de 100L con una clase de eficiencia energética A. El escogido presenta un consumo anual de 652 kWh, que traducido a valores diarios supone un consumo menor a 2 kWh/día (valor que se va a emplear para sobredimensionar el sistema).

Para el **sistema de depuración de agua** gris se estima un consumo diario de 0,15 kWh. Su funcionamiento será intermitente, llenando el tanque de agua depurada para el llenado de cisterna cuando los sensores de nivel lo indiquen. Para el tratamiento de agua potable, la máquina de depuración con ozono presenta un consumo diario de 0,5 kWh según los datos recogidos y las horas de funcionamiento estimadas.

De esta forma se obtiene un consumo eléctrico diario estimado de 5,60 kWh. En la tabla se muestran en rojo los aparatos que tendrán un consumo constante a lo largo del año, siendo el resto de los consumos intermitentes, dependiendo de la ocupación de la cabaña. Por tanto, se puede estimar un consumo eléctrico permanente inferior a 1 kWh, lo que no impedirá la carga total del sistema en periodos de desocupación.

2.7.1 CÁLCULO MANUAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Con el objetivo de ajustar al máximo la instalación fotovoltaica a los requerimientos de Suite Shelter, se realizan primero los cálculos de forma manual y posteriormente se comprobará el diseño en PVsyst para obtener más datos del sistema. El proceso de cálculo es el siguiente (Gallego Monge 2018):

1. Establecer tensión nominal y HSP.

Primero de todo es imperativo establecer el plano de inclinación de los paneles solares. La inclinación óptima de los mismos se calcula teniendo en cuenta la desviación respecto el sur y respecto del plano horizontal.

α : ángulo azimut que define la desviación respecto del sur. Se establece en 0°.

β : inclinación respecto del plano horizontal.

$$\beta = 3,7 + 0,69 * L = 35^\circ$$

Ecuación 5: Cálculo del ángulo de inclinación óptimo de los paneles respecto el plano horizontal

Donde L se corresponde con la latitud del emplazamiento (Latitud → 42,82; Longitud → -3,52). Como se observa, el óptimo se acerca a la latitud del emplazamiento. Con esto se calcula la irradiación corregida a la inclinación de los paneles.

$$H' = H * K = 4,68 * 1,14 = 5,33$$

Ecuación 6: Irradiación en el plano óptimo

Donde:

H: irradiación solar en el mes más desfavorable [MJ/M²día] (4,68 en diciembre).

K: factor de corrección para la inclinación y mes escogidos.

Las Horas Sol Pico (HSP) corresponde al número de horas que el sol tiene una incidencia de 1000 W/m² sobre el plano horizontal. Esto permite obtener el número de horas de incidencia diaria.

$$HSP = \frac{1}{3,6} * H' * k' * k'' = 1,2 h$$

Ecuación 7: Horas Sol Pico para el plano inclinado

Donde:

H': valor corregido de la irradiación solar por inclinación.

K': factor de corrección por variaciones climatológicas [0'75, 1'2].

K'': corrección por desviación respecto al sur (1 en este caso por estar orientado al sur).

Se calcula de esta forma una baja incidencia en los meses de invierno, por lo que en base a esto se valorará la alternativa de incorporar un generador de respaldo, para no sobredimensionar la instalación.

2. Consumo diario (Wh y Ah) y Factor de pérdidas Kt.

El consumo eléctrico estimado previamente era de 5,6 kWh/día. Esto se traduce a un consumo mensual de 71,9 kWh, teniendo en cuenta una ocupación media de 3 días/semana. En un escenario ideal esto se cumpliría, pero los sistemas acarrearán consigo una serie de pérdidas a tener en cuenta.

$$Kt = (1 - Kb - Kc - Kr - Kv) * \left(1 - Ka * \frac{D_{aut}}{P_d}\right) = 0,743$$

Ecuación 8: Coeficiente de pérdidas del sistema

Donde los coeficientes corresponden a pérdidas por:

Ka: descarga de las baterías [0'001, 0'02]. Se escoge 0,5%.

Kb: rendimiento de las baterías [0, 0'2]. Se escoge 5%.

Kc: rendimiento del inversor [0, 0'4]. Se escoge 5%.

Kr: rendimiento del regulador [0, 0'1]. Se escoge 10%.

Kv: pérdidas por efecto Joule [0, 0'2]. Se escoge 4%.

Pd: profundidad de descarga de las baterías [0'7,0'9]. Se escoge 70%.

Daut: 3 días de autonomía deseada.

Con las pérdidas y el consumo calculado inicialmente se obtiene el consumo real de la instalación (en Ah dividiendo entre la tensión nominal del sistema escogida de 24V):

$$C_t = \frac{C_{estimado}}{K_t} = 7,53 \frac{kWh}{día} = 313 \frac{Ah}{día}$$

Ecuación 9: Consumo eléctrico con pérdidas

3. Potencia pico campo fotovoltaico y número de módulos.

en cuenta las HSP estimadas para el mes más desfavorable y el factor de pérdidas:

$$P_{fv} = \frac{C_{estimado}}{K_t * HSP} = 6,22 kWp$$

Ecuación 10: Potencia fotovoltaica requerida de la instalación

Los módulos escogidos son de 440 Wp, por lo que dividiendo entre la potencia fotovoltaica calculada para abastecer Suite Shelter, serían necesarios **16 módulos de 440 Wp**.

4. Dimensionamiento de baterías.

La capacidad del banco de baterías se calcula como:

$$C_{bat} = Ct * \frac{Daut}{Pd * Vnom} = 1176 Ah$$

Ecuación 11: Capacidad del banco de baterías

Donde:

Ct: consumo diario teniendo en cuenta pérdidas.

Daut: 3 días de autonomía el sistema.

Pd: profundidad de descarga 80%.

Vnom: tensión nominal del sistema escogida de 24V.

Para reducir el tamaño del banco se itera con baterías de distinta capacidad para simplificar la instalación, y se escogen **6 baterías de 200Ah**.

5. Controlador MPPT

El controlador debe regular la carga que fluye desde las placas fotovoltaicas hasta las baterías, distribuyendo el flujo para respetar el ritmo de los flujos de carga y la profundidad de descarga del modelo.

La potencia pico instalada es de 7040 Wp (16 módulos x 440Wp), por lo que se escogen controladores MPPT de 2150 W para controlar la potencia del sistema.

$$N_{cont} = \frac{7040Wp}{2150W} = 3,27 \approx 4$$

Ecuación 12: Número de controladores MPPT

El sistema dimensionado permite abastecer todas las necesidades de la cabaña, a coste de sobredimensionar el sistema para los meses de menor incidencia, conllevando grandes desaprovechamientos de energía en los meses de verano. Por esto se propone la incorporación de un generador de respaldo que permita dar soporte en estos meses de menor incidencia, ajustando así el sistema a una irradiancia media más alta que la de los meses de

invierno. Un generador de 3 kW permitiría eliminar la necesidad de instalar 7 paneles de 440 Wp.

6. Inversor

El inversor se encargará de transformar la corriente continua de los paneles solares a corriente alterna. Su dimensionamiento es en base a la potencia de salida, o la potencia de los equipos instalados en Suite Shelter.

$$P_{\text{inversor}} \geq \frac{P_{\text{consumo}}(CA)}{\eta_{INV}} = \frac{P_{\text{consumo}}(CA)}{1 - k_c} = \frac{4.472}{1 - 0,05} = 4.707 \text{ W}$$
$$= 4,7 \text{ kW}$$

Ecuación 13: Potencia necesaria del inversor

Donde:

P_{inversor} : asociada a la potencia del inversor.

P_{consumo} : potencia total de los equipos instalados en la cabaña.

η_{INV} : rendimiento del inversor, como se ha especificado previamente en el factor de pérdidas.

Se escogen para cubrir la potencia de la cabaña 3 inversores Xantrex PROwatt SW 2000i 12V, con una potencia de 2 kW, superando así la potencia de los equipos instalados. El precio de cada uno de ellos es de 590 €.

2.7.2 SIMULACIÓN CON PVSYST

La simulación con el software PVsyst permite tener una estimación de las características del sistema eléctrico que será necesario para abastecer Suite Shelter. Los datos meteorológicos empleados corresponden a la base de datos de Meteonorm.

PVsyst permite ajustar la orientación de los equipos, consumos estimados para redimensionar el sistema, los componentes que se vayan a utilizar (tipo de panel, baterías,

generador e inversor) y las pérdidas estimadas. Se detallan a continuación las anteriores características en las simulaciones en PVsyst.

Se parte de una **orientación** con inclinación variable estacional, lo que permite variar la inclinación de los paneles según el ángulo de incidencia del sol a lo largo del año, dotando de flexibilidad al sistema. Se fija una inclinación de 20° en verano y 50° en invierno (respecto del plano horizontal). El azimut (grado respecto al sur) se fija en 0°, siendo este el óptimo para posicionar las placas y captar la mayor irradiación solar posible.

Las **necesidades del usuario (consumos)** se fijan con el número de horas de funcionamiento y la potencia de los aparatos. Se representan los consumos principales, haciendo una aproximación del calculado anteriormente:

Consumos diarios						
Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy	
14	Lámparas LED	10 W/lámpara	6.0 h/día	OK	840 Wh	
1	Puntos de carga	50 W/apar.	10.0 h/día	OK	500 Wh	
1	Microondas	175 W/apar.	1.0 h/día	OK	175 Wh	
1	Nevera	0.30 kWh/día	24.0	OK	300 Wh	
1	Calentamiento agua	500.0 W prom	4.0 h/día	OK	2000 Wh	
1	Tratamiento agua	700 W/apar.	1.0 h/día	OK	700 Wh	
1	Intercambiador calor	150 W/apar.	7.0 h/día	OK	1050 Wh	
Consumidores en espera		1 W tot	24 h/día	☐ 7 días/7	24 Wh	
? Info aparatos					Energía diaria total	
					Energía mensual	
					5589 Wh/día	
					71.9 kWh/mes	

Ilustración 9: Consumos simulados en PVsyst

La energía mensual estimada por el software corresponde a una ocupación de 3 días/semana.

La distribución del consumo en Suite Shelter se estima de la siguiente forma:

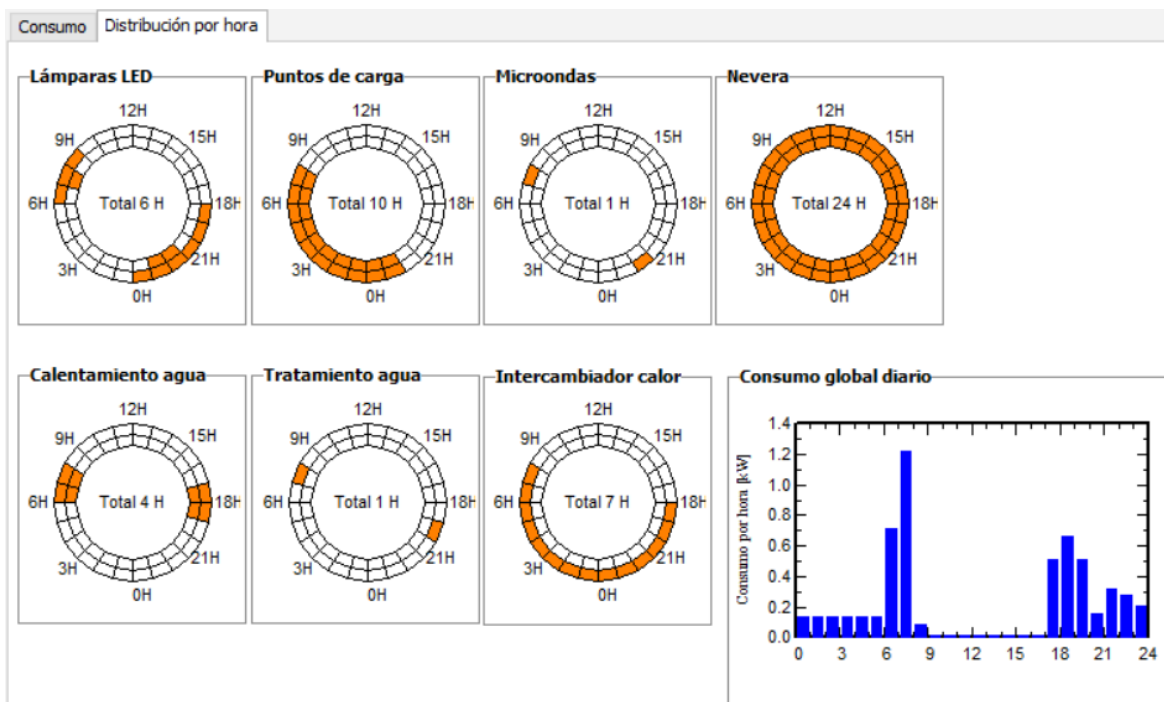


Ilustración 10: Distribución de los consumos estimada

Como se observa en la imagen, se sobredimensiona la capacidad del sistema adaptándolo a un uso exagerado de los aparatos de la cabaña. Se hará una guía para los huéspedes con el fin de concienciar de la autonomía del sistema y uso responsable que deberán practicar para asegurar suficiente energía para los días de estancia.

El siguiente paso es escoger los componentes del sistema eléctrico. Como se ha mostrado con los datos de Meteonorm, el menos de menor irradiación solar en el Valle de Valdivielso es diciembre, con un valor de $1,3 \text{ kWh/m}^2\text{día}$. El **consumo eléctrico diario estimado** con ocupación en la cabaña es de **5,6 kWh/día**.

Se consideran dos modelos del sistema, uno solar con módulos fotovoltaicos, y otro híbrido con un generador de respaldo. Para almacenar la energía y proporcionar una autonomía de 3 días, el sistema incorpora en ambos casos un banco de 6 baterías de litio, las estimadas en los cálculos previos. De esta forma la variación está en la generación de energía eléctrica.

2.7.2.1 Sistema solar

Este sistema emplea energía solar completamente renovable para abastecer las necesidades de la cabaña en cualquier mes del año, prestando una autonomía de 3 días sin radiación solar. Los componentes son los siguientes:

- 16 paneles fotovoltaicos de 440 Wp (instalados en paralelo).
- 6 baterías de litio de 24V y 200 Ah. (en paralelo).

Los resultados de la simulación de este sistema muestran sobredimensionamiento, resaltado en los meses de verano por el desperdicio energético por desuso.

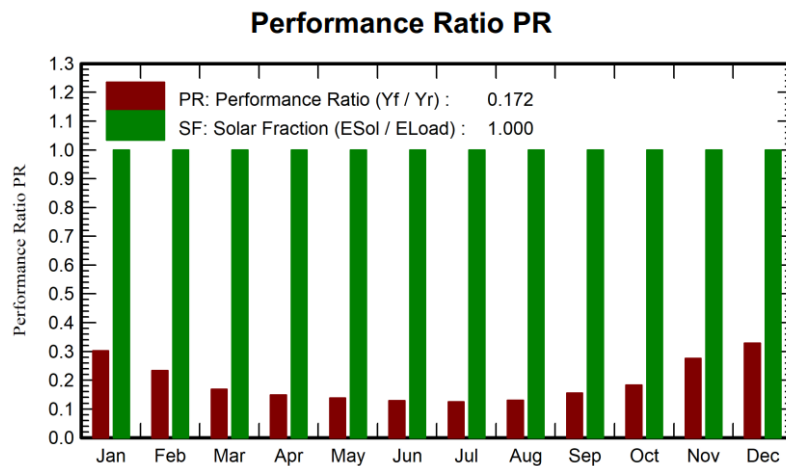


Ilustración 11: Gráfico de rendimiento eléctrico de la instalación fotovoltaica (1.- Sistema Solar)

Se observa una utilización de la energía eléctrica de 0,172 de media a lo largo del año, alcanzando valores cercanos a 0,3 en los meses de invierno, para los que precisamente se ha dimensionado la instalación. El índice de proporción deseado debería ser algo más alto, rondando el 0,4 en media anual y superando 0,7 en los meses de invierno.

El diagrama de pérdidas que proporciona PVsyst de este escenario nos permite tener una mejor perspectiva de los resultados.

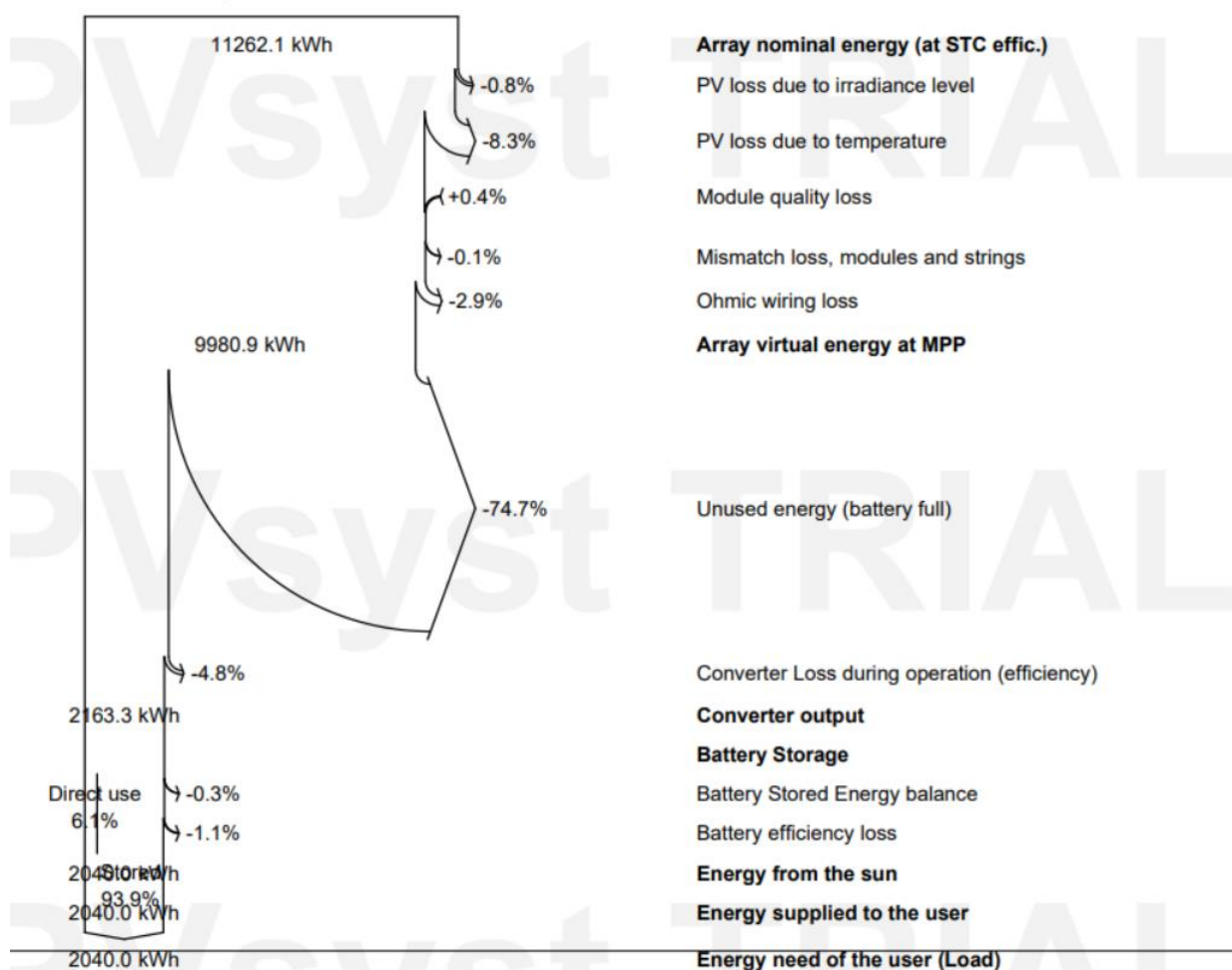


Ilustración 12: Diagrama de pérdidas (1.- Sistema solar)

Las pérdidas por energía no utilizada durante los meses de verano supera el 70% de la generación anual, siendo 3 veces superior al total de la energía empleada para abastecer Suite Shelter.

2.7.2.2 Sistema híbrido

Esta simulación corresponde a un sistema que complementa la generación fotovoltaica con la de un generador de respaldo de 3 kW, para suplir el déficit de potencia instalada en los meses de invierno. De esta forma se optimiza el sistema fotovoltaico aprovechando en mayor medida la generación eléctrica. Los componentes de este sistema son:

- 7 paneles fotovoltaicos de 440 Wp (instalados en paralelo).
- 6 baterías de litio de 24V y 200 Ah. (en paralelo).
- Generador de respaldo de 3 kW.

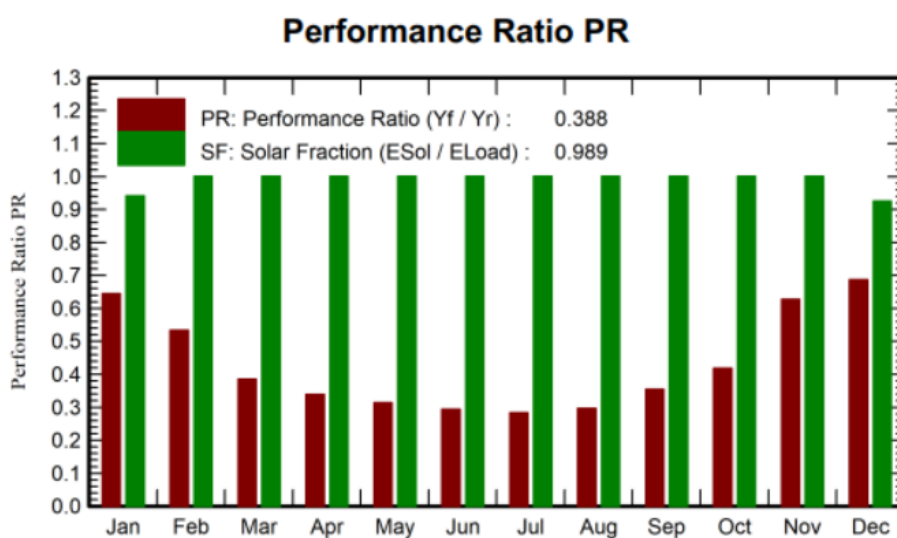


Ilustración 13: Gráfico de rendimiento eléctrico de la instalación fotovoltaica (1.- Sistema Híbrido)

Con este sistema el índice de rendimiento medio es de 0'388, superando el doble del anterior escenario, consiguiendo alcanzar valores cercanos a 0'7 en los meses de invierno.

Se muestra a continuación el diagrama de pérdidas del sistema:

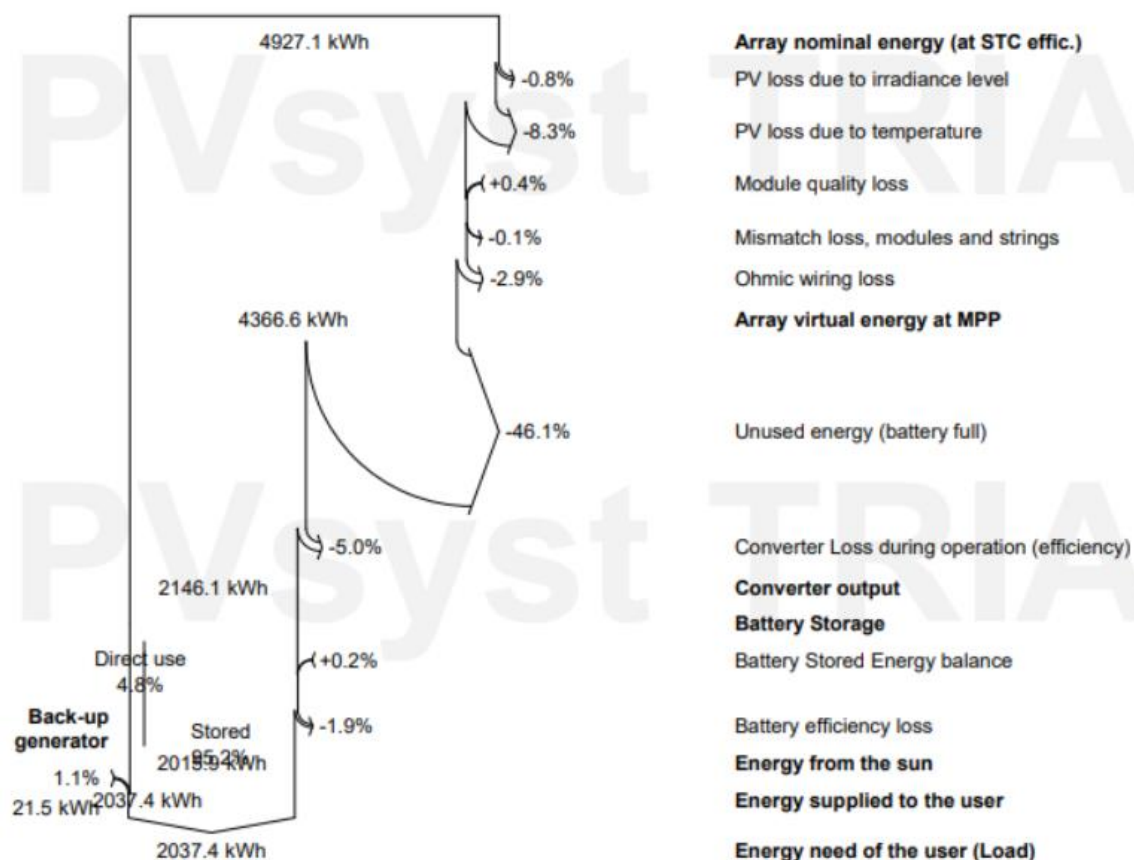


Ilustración 14: Diagrama de pérdidas (1.- Sistema híbrido)

Las pérdidas por energía producida no utilizada a lo largo del año se reducen considerablemente, cerca de un 20%. En cuanto al aporte del generador en este escenario, únicamente suministra en torno a un 1,1% de la demanda anual (21,5 kWh).

En los siguientes apartados se valorarán ambas posibilidades para entender en términos de rentabilidad económica y emisiones de CO₂ cuál de los dos escenarios encaja más con el proyecto.

Se concluye con este estudio mediante las simulaciones de PVsyst que el dimensionamiento de la estación para abastecer únicamente con energía solar la cabaña provoca una gran ineficiencia, perdiendo casi un 75% del total de la energía producida. Sin embargo, siendo más eficiente el sistema híbrido que incorpora un generador, es preciso estudiar las emisiones que provocará para evaluar su viabilidad.

Capítulo 3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En este capítulo se va a estudiar el impacto que tiene este proyecto sobre el medio ambiente reflejándolo mediante indicadores como las emisiones de CO₂ y gases de efecto invernadero. Se compararán las emisiones de Suite Shelter con las de una edificación hecha a partir de materiales convencionales (hormigón, metal, ladrillo) y se evaluarán varios escenarios de funcionamiento de la cabaña: sistema autónomo de baterías y placas solares y sistema con respaldo de generador de biogás.

Es preciso diferenciar dos fases: construcción de la cabaña y su posterior puesta en marcha.

3.1 FASE 1: EMISIONES DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Escenario 1 y 2: Construcción pasiva

Suite Shelter tendrá una planta de 35 m² y estará construida con madera para los acabados y la estructura, y paja como aislante principal de la envolvente. Al ser de materiales naturales y renovables, presenta emisiones drásticamente más bajas que una construcción convencional.

Estos materiales presentan una huella de carbono casi nula, actuando incluso como sumideros de CO₂, pudiendo incluso almacenar 0,9 t CO₂/m³. Además, sustituye el uso de otros materiales que emiten grandes cantidades de efecto invernadero por su fabricación y procesado, suponiendo un ahorro de 1,1 t CO₂/m³. En definitiva, el uso de la madera frente a otros materiales de construcción supone un ahorro aproximado de 2 t CO₂/m³ («European Panel Federation», s. f.).

Se adjunta a continuación una tabla representativa de las emisiones de gases de efecto invernadero de los diferentes materiales utilizados en construcción a lo largo de su ciclo vital

elaborada por el Ministerio Federal de Comida y Agricultura de Alemania, haciendo hincapié en la huella de la madera aserrada y tableros de contrachapado.

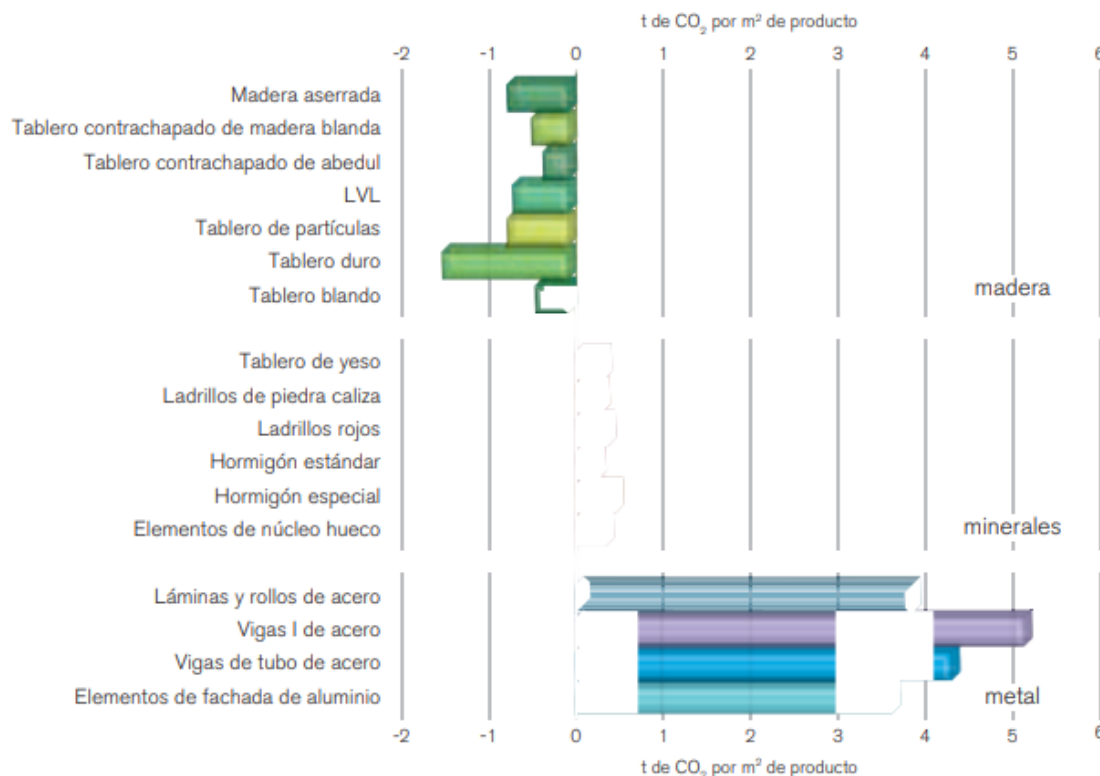


Ilustración 15: Emisiones de CO₂ netas a lo largo del ciclo vital («European Panel Federation», s. f.)

Por su parte, la paja hoy en día es un residuo de otras industrias, que se quema o se utiliza principalmente para alimentar el ganado, lo que hace este material muy accesible y de bajo coste. Las edificaciones que en el pasado fueron cuidadosamente diseñadas y construidas presentan una vida útil de incluso 100 años, y son altamente resistentes al fuego. La paja procesada para aislar edificaciones ha resultado resistir incidencia directa del fuego durante dos horas («STRAW-BALE – Carbon Smart Materials Palette», s. f.).

La paja acumula hasta 60 veces el CO₂ emitido para su cultivo, empaquetad y transporte, lo que favorece ampliamente la reducción de emisiones de GEI durante la construcción de Suite Shelter. Adicionalmente, generan mayor sensación de confort pues presentan mejor

aislamiento térmico que los materiales convencionales, sus paredes atrapan y no capturan humedad, y por encima de todo evita el uso de productos tóxicos (Mirco Zeccheto 2021).

Escenario 3: construcción convencional

En comparación con una **edificación convencional** de las mismas dimensiones, la cabaña Suite Shelter supone un paso más en la transición hacia una edificación sostenible y respetuosa con el medio ambiente. El uso de cemento Portland para el hormigón genera en torno a 0,8 kg CO₂/kg de Clinker producido – por los procesos de descarbonatación de la caliza y combustión en hornos- siendo uno de los principales focos de emisión de una edificación.

Se ha comprobado el comportamiento aislante de distintas edificaciones de paja en Irán para estudiar la viabilidad de utilizar nuevos modelos constructivos. Su comportamiento en distintas localizaciones con climas diferenciados dio a entender que este tipo de edificaciones permiten reducir en un 83,12% la necesidad de aclimatación, y un 76% las emisiones de CO₂, respecto a construcciones convencionales (Maryam Mehravar 2022).

RMI, una empresa americana centrada en mejorar la eficiencia energética en la edificación realizó un estudio sobre la necesidad de utilizar nuevos métodos constructivos en EE. UU. Indica que las emisiones generadas en 2017 por únicamente nuevas construcciones supuso el total de las emisiones de CO₂ generadas por Dinamarca, Bahréin e Irlanda juntos («The Hidden Climate Impact of Residential Construction», s. f.). Este estudio estima una tasa de emisión de dióxido de carbono de 184 kg CO₂/m² y apunta a que la mayor parte de las emisiones suceden en la fabricación de estos materiales. En la siguiente figura, se muestra como las fases A1-A3, que corresponden al aprovisionamiento de materias primas y procesamiento de estas en la fábrica.

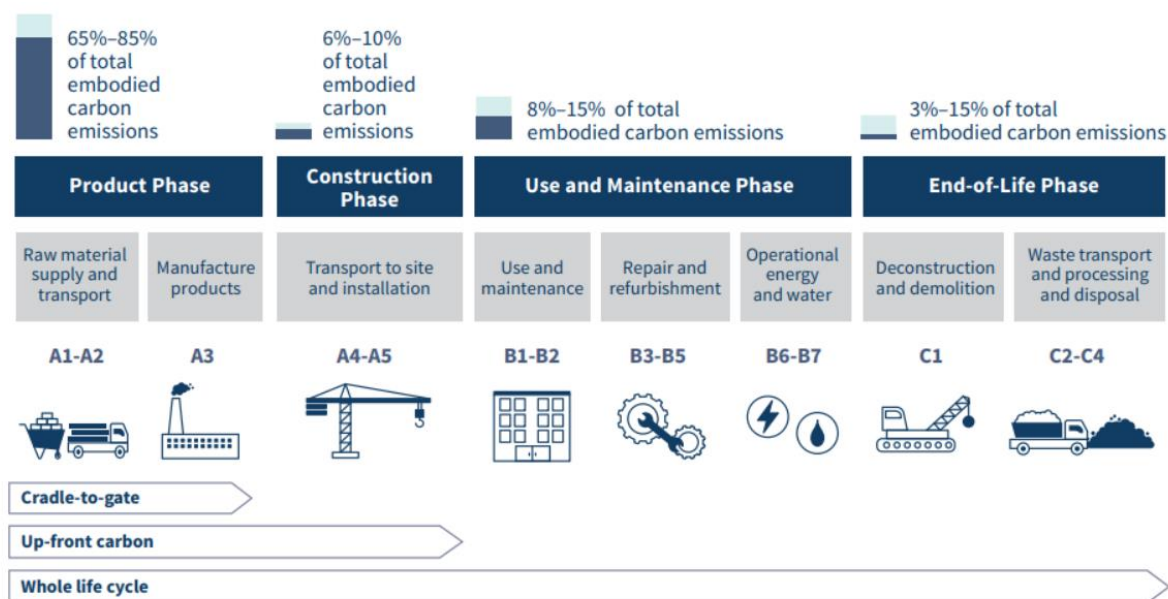


Ilustración 16: Distribución de las emisiones en la vida útil de un material

Se concluye con esto que al trabajar con materiales que no necesitan un alto procesamiento, y son muy accesibles, la huella de carbono de Suite Shelter será mucho menor que la de un edificio convencional. De cara a la fase de construcción, también presentan una huella menor, puesto que es viable montar en módulos la cabaña y transportarlos al emplazamiento. Larixhaus [2.4], el modelo de referencia empleado para aislamiento térmico se montó en 2 días en el lugar del proyecto gracias a que se transportaron prefabricados desde el taller.

3.2 FASE 2: EMISIONES DURANTE EL FUNCIONAMIENTO

Esta fase no depende tanto de la edificación – sin tener en cuenta la aclimatación – sino de los equipos que la compongan y su eficiencia energética y consumo. Se va a evaluar dos escenarios, uno con un sistema solar completamente autónomo de placas solares y baterías sobredimensionado, y uno respaldado por un generador de biodiesel. Por supuesto se comparará su funcionamiento frente al de una vivienda convencional – conectada a la red eléctrica, calefacción de gas y aislamiento según los estándares del CTE- para demostrar la drástica reducción de emisiones. Se tomarán como indicadores las emisiones anuales de

CO₂, el consumo de energía primaria no renovable y la huella de carbono por m², además del potencial de ahorro energético en cada una de las configuraciones de Suite Shelter.

En ambos escenarios se busca que la potencia instalada sea de 6 kWp para abastecer las necesidades de la cabaña. La autonomía proporcionada por las baterías es la misma en ambos casos, proporcionando hasta 3 días de autonomía dada la baja exposición al sol en los meses de invierno.

Escenario 1: Sistema solar

La cabaña opera utilizando energía solar, a partir de un sistema fotovoltaico completamente autónomo. Los componentes de la instalación son:

- 16 paneles fotovoltaicos de 440 Wp (instalados en paralelo).
- 6 baterías de litio de 24V y 200 Ah. (en paralelo).

En este escenario las emisiones por funcionamiento son nulas, puesto que el suministro eléctrico es proporcionado únicamente por la energía almacenada por las baterías y captura directa de los paneles.

A modo comparativo, la electricidad que proporciona la Red Eléctrica Española presenta un factor promedio de 0,19 kg CO₂/kWh consumido (representativo de 2019), por lo que se puede comparar teniendo en cuenta el consumo de la cabaña. A continuación, se muestra de forma representativa la tendencia de la generación eléctrica en España entre 2015 y 2019. Es bien sabido que la tendencia marca un auge por el uso de las energías renovables que van tomando relevancia, y van reduciendo el factor de emisión.

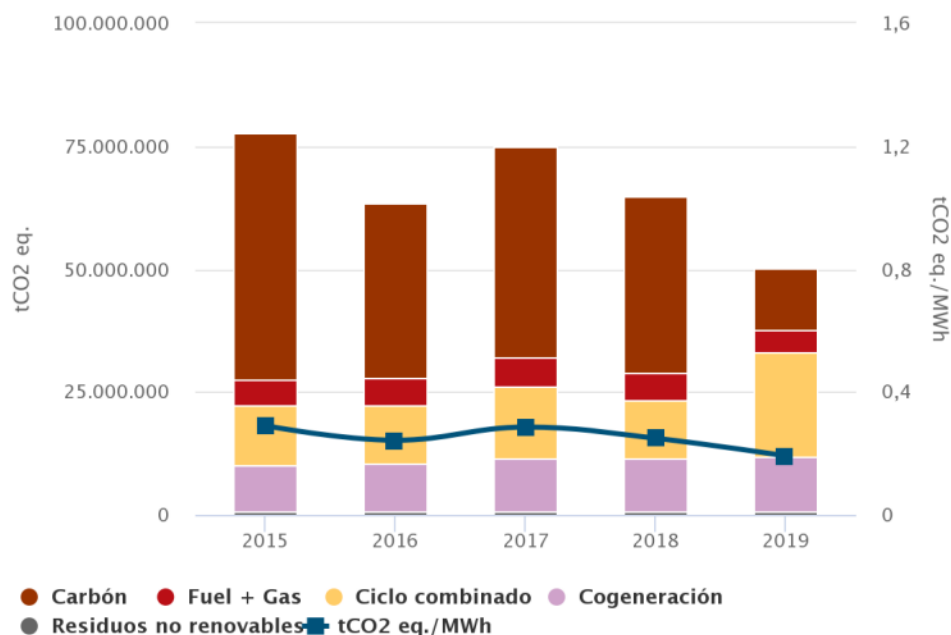


Ilustración 17: Evolución de las emisiones GEI y factor de emisión del sistema eléctrico español

Dada la tendencia de reducción de las emisiones en los años representados, se estima un factor promedio de emisiones por consumo eléctrico de 0,15 kg CO₂/kWh. El consumo eléctrico estimado de la cabaña es 2040 kWh/año. Como no se va a ocupar todos los días, se calculan las emisiones ahorradas en dos escenarios:

- Conservador: 1,5 días/semana (22% ocupación) $e = 0,22 * 2040 * 0,15 = 67,3 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{año}}$
- Optimista: 2 días/semana (30% ocupación) $e = 0,30 * 2040 * 0,15 = 91,8 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{año}}$

De esta forma se estima teniendo en cuenta la ocupación prevista para a cabaña un **ahorro en emisiones de 75 kgCO₂/año.**

Respecto al impacto ambiental, esta configuración es sin duda la más respetuosa puesto que reduce al mínimo las emisiones. De todas formas, se valorarán más adelante los aspectos económicos de esta configuración puesto que está sobredimensionada para el uso de la cabaña.

Escenario 2: Sistema híbrido

Se evalúa el funcionamiento de la cabaña que combine energía solar con generador de respaldo. El sistema tendrá menor capacidad respecto al *Escenario 1*, y la demanda restante en los meses de menor irradiancia solar será aportada por el generador. Los componentes del sistema son:

- 7 paneles fotovoltaicos de 440 Wp (instalados en paralelo).
- 6 baterías de litio de 24V y 200 Ah. (en paralelo).
- Generador de 3 kW.

Este sistema está más ajustado a una media de irradiancia anual, en vez de ajustarse a las necesidades del mes más desfavorable (diciembre con irradiancia de 1,3 kWh/m²día). El generador deberá dar respaldo por tanto en momentos de baja irradiancia y picos de ocupación, para prevenir la descarga de las baterías por debajo del límite recomendado.

Las emisiones proceden del funcionamiento del generador, que según PVsyst dará un aporte energético del 15% de la demanda anual de la cabaña. Retomando los cálculos del escenario anterior, con unas emisiones por uso de diésel de 1kgCO₂/kWh:

- Conservador $e = 0,22 * 2040 * 0,15 * 1 = 67,3 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{año}}$
- Optimista $e = 0,30 * 2040 * 0,15 * 1 = 91,8 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{año}}$

De la misma forma que en el *Escenario 1*, se estiman unas emisiones de CO₂ por aporte energético del generador de **75 kg CO₂/año**.

En primer lugar, es imprescindible tener en cuenta que el diésel genera 6-7 veces más emisiones que la electricidad de la red española, además de emitir otros contaminantes atmosféricos (NO_x, PM, CO), que se evitan en el *Escenario 1* por uso total de energía renovable.

Adicionalmente hay que tener en cuenta el consumo de **energía primaria no renovable**, que proviene del diésel consumido en este escenario. Los generadores de diésel tienen una eficiencia energética del 30%:

$$Q_{e.p.no\ renov} = \frac{67,3}{30\%} = 225\ kWh \cong 20\ L\ diésel/año$$

Ecuación 14: Energía primaria no renovable Escenario 2

Este escenario permite un ahorro en emisiones comparado con una vivienda convencional, que es el siguiente escenario, pero presenta un aumento considerable de las mismas frente al escenario completamente renovable. Es cierto que hay que considerar el aspecto económico de la inversión para valorar que alternativa es más viable para las prestaciones de la cabaña.

Más adelante se propondrán alternativas al diésel que puedan dar a este escenario mayor viabilidad, con el objetivo de reducir las emisiones y aumentar la eficiencia del generador.

Escenario 3: Construcción convencional

Este escenario refleja una vivienda construida bajo los estándares del CTE, (aislamiento térmico sin medidas renovables), con sistemas energéticos tradicionales (conexión a red eléctrica y sistema de calefacción por gas). El aporte energético proviene de fuentes energéticas no renovables externas, con su consiguiente emisión directa e indirecta.

Los estándares de aislamiento térmico del CTE no son tan exigentes como los de Passivhaus, por lo que los requerimientos de calefacción son superiores. Una casa ubicada en la región de Burgos puede experimentar una demanda de 50 kWh/m²año (3 veces superior que el de Passivhaus, 15 kWh/m²año). Específicamente para la cabaña de 35 m², se tendría una **demanda anual en calefacción** de 1750 kWh exclusivamente, que con una caldera eficiente ($\eta=90\%$) supone una demanda anual de gas de caso 2000 kWh.

$$e = 50 \frac{kWh}{m^2 año} * \frac{35m^2}{0,9} = 2000 \frac{kWh}{año} * 20\% ocupación * \frac{0,2kg}{kWh} = 80 \frac{kgCO_2}{año}$$

Ecuación 15: Emisiones de CO2 de una casa convencional de 35m² por calefacción con gas

Para las emisiones se considera un factor de 0,2 kgCO₂/kWh de gas consumido.

La **demanda eléctrica** se va a estimar partiendo de la demanda de Suite Shelter, quitando el consumo del intercambiador de calor puesto que la calefacción en este caso es por gas. Anteriormente, se estimó una demanda diaria de la cabaña en funcionamiento de 5,6 kWh/día. La demanda del intercambiador suponía en torno a 1 kWh/día, por lo que la demanda eléctrica por electrodomésticos, iluminación y sistemas de bombeo y circulación del agua gris y negra supone un consumo diario estimado de 4,6 kWh. Extrapolado a valores anuales, se estima una demanda eléctrica de:

$$D_{eléctrica} = 4,6 * 365 * 20\% \text{ ocupación} = 335,8 \frac{kWh}{año}$$

Ecuación 16: Demanda eléctrica estimada de cabaña convencional

Recuperando el factor de emisiones de red eléctrica estimado para el año 2025 (0,15 kgCO₂/kWh) se estiman unas **emisiones por demanda eléctrica** de la cabaña de 50,25 kgCO₂/año. Esto sumado a las emisiones por demanda de calefacción estimadas, hace un **total de 130kg CO₂/año**.

El consumo de **energía primaria no renovable** es el más alto respecto los otros escenarios. El factor de energía primaria no renovable en la red española se estima entre 1,5-2,5 kWh/kWh consumido, lo que indica que se consumen incluso 2 kWh de combustible por cada kWh consumido. La energía primaria no renovable comprende tanto al gasto de gas para calefacción como la consumida por demanda de luz.

De esta forma el consumo de energía primaria no renovable asciende a:

$$\begin{aligned} Q_{e.p \text{ no renov}} &= \text{calefacción} + \text{luz} = 2000 \frac{kWh}{año} * 20\% \text{ ocupación} + 335,8 * 2,5 \\ &= 1240 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Ecuación 17: Energía primaria no renovable Escenario 3

En comparación con el escenario mixto, el consumo de energía primaria no renovable es 5 veces mayor en este caso. Si se compara con el renovable se puede observar el porqué de la construcción sostenible y la necesidad de impulsar este tipo de arquitectura.

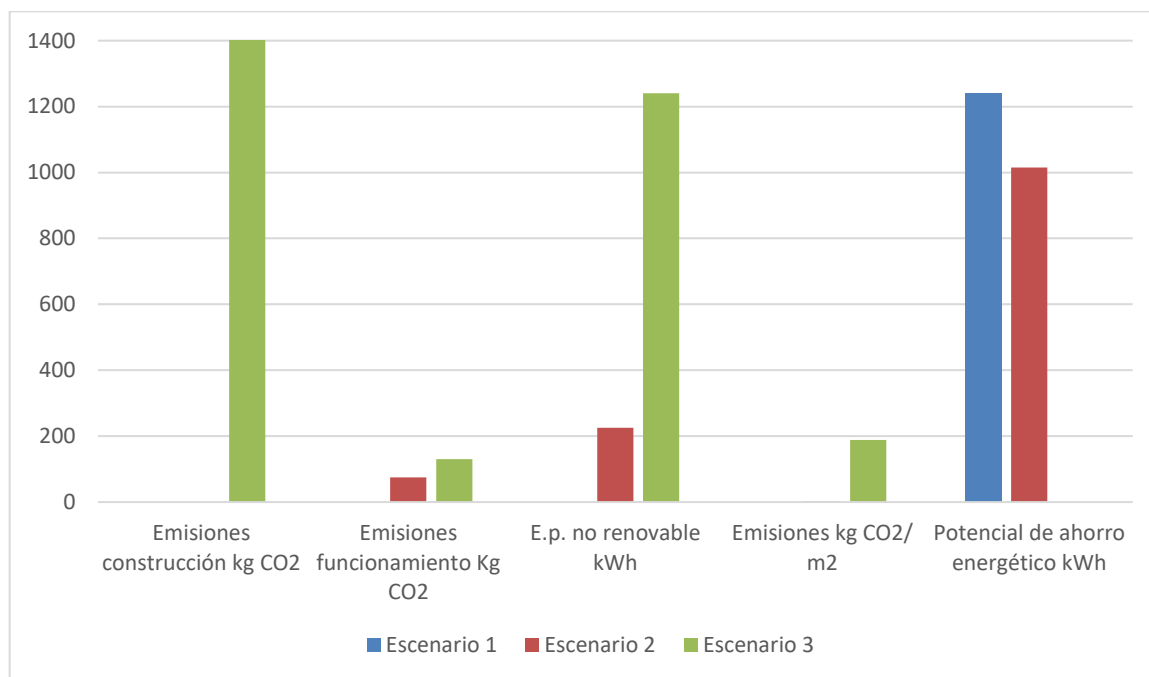


Ilustración 18: Comparativa entre escenarios. Fuente: Elaboración propia

Las emisiones en la construcción en el Escenario 3 (construcción convencional) superan las 6 tn CO₂, aunque no se aprecie en el gráfico porque desajustaba la escala para las otras categorías.

Se observa el altísimo potencial del Escenario 1 (construcción Passivhaus con planta solar), en reducción de emisiones y ahorro energético. El Escenario 2 (construcción Passivhaus con generador) presenta muy buenos resultados frente a la construcción convencional, aunque muestra emisiones debido al generador.

3.3 COMPARATIVA DE KPIS CLAVE

Se exponen indicadores de comportamiento claves para entender la magnitud del proyecto en comparación con tecnologías convencionales y modelos híbridos. Esto ayudará a decidir

junto con la inversión económica cuál de los escenarios es el más conveniente. Recapitulando los escenarios de estudio, se evalúan:

- Escenario 1: fuente 100% renovable (placas solares y baterías).
- Escenario 2: fuente renovable con generador de respaldo (generador de biodiesel).
- Escenario 3: edificación convencional con calefacción por gas

En base a los estudios destacados sobre impacto medioambiental en construcciones con materiales renovables, y construcción convencional, se desarrollan las siguientes estimaciones:

	Emisiones construcción Kg CO2	Emisiones funcionamiento Kg CO2	Energía primaria no renovable kWh	Emisiones por metro cuadrado kg CO2/m2	Potencial de ahorro energético kWh
E1	0	0	0	0,00	1240
E2	0	75	225	2,14	1015
E3	6475	130	1240	188,71	0

Tabla 5: Rendimiento de los distintos escenarios (energía solar, sistema híbrido, calefacción de gas)

Es notoria la gran diferencia en cuanto a emisiones de CO₂ de los distintos escenarios y el ahorro en energía primaria conseguido al seguir los estándares de aislamiento Passivhaus. La decisión de escoger un sistema híbrido o sobredimensionar la estación solar dependerá de la imagen que se le quiera dar al proyecto y las proyecciones financieras, que demuestren la viabilidad de ambos escenarios.

3.4 APOYO CON BIOGÁS

El objetivo que debe cumplir el generador es respaldar el sistema fotovoltaico en los meses de menor irradiancia. Esto supone una generación estimada de 22 kWh/año, lo que, respetando un cierto margen de seguridad por fallos del sistema, periodos de mayor ocupación en invierno o uso desmedido de los equipos, se puede suponer un respaldo de **35 kWh/año**.

3.4.1 ORIGEN DEL BIOGÁS

El biogás es un gas renovable, puesto que se genera a partir de la descomposición de materia orgánica en ausencia de oxígeno, conocida como digestión anaeróbica. Se compone principalmente de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), y en menores proporciones de sulfuro de hidrógeno (H_2S), amoníaco y vapor de agua. El metano es uno de los principales gases de efecto invernadero, y capturando su emisión en la degradación de compuestos orgánicos, se contribuiría a la paliación del cambio climático («Biogás - OGISA», s. f.).

Puede obtenerse de distintas fuentes:

- Residuos agrícolas: estiércol animal, paja y restos de cultivos, ricos en materia orgánica y fáciles de procesar en un biodigestor.
- Residuos urbanos como restos de alimentos y aguas residuales domésticas (aguas negras).
- Residuos industriales: consecuencia de la industria agroalimentaria, siendo restos de fruta, hortaliza, aceites o grasas, con alto valor energético ideales para la biodigestión.

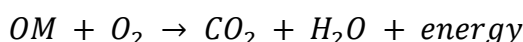
En un estudio de la Universidad de Oklahoma se detalla el proceso para determinar los compuestos óptimos para la producción de biogás. Para ello se determinan 3 tipos de análisis complementarios: contenido de *Sólidos Volátiles (VS)*, *Demanda Química de Oxígeno (OD)* y ensayo de *Potencial Bioquímico del Metano (BMP)* (W. Hamilton, s. f.).

Sólidos Volátiles (VS)

Define la fracción de materia orgánica en un sustrato sobre base seca, quemando la muestra a temperatura elevada y midiendo la pérdida de masa. Indica la cantidad de materia que puede convertirse potencialmente en biogás. Los desechos orgánicos con buen potencial presentan 60-70% VS.

Demanda de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno (OD/COD)

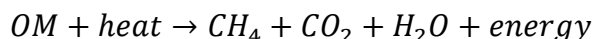
No toda la materia orgánica tiene la misma energía, y por eso se utiliza la demanda de oxígeno como indicador de la cantidad de oxígeno necesaria para digerir dicha materia. De esta forma, la materia orgánica de un sustrato se mide por la cantidad de oxígeno necesaria para digerirlo de forma aeróbica.



Ecuación 18: Digestión aeróbica de materia orgánica

La ecuación muestra como la demanda de oxígeno es directamente proporcional a la energía liberada durante la reacción.

Como se ha mencionado previamente, la digestión anaeróbica para la producción de biogás tiene lugar en ausencia de oxígeno:



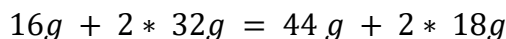
Ecuación 19: Digestión anaeróbica de la materia orgánica

Aún en ausencia de oxígeno, se puede usar la OD para determinar el potencial energético de la materia orgánica. Este experimento es lo que se entiende como **Demanda Química de Oxígeno**. Se traduce en un simple balance entre la energía en la parte derecha de la Ecuación 19 y la demanda de oxígeno en la izquierda. Gran parte de la energía se almacena en forma de metano, y siendo inflamable, este tiene una demanda de oxígeno asociada:



Ecuación 20: Combustión del metano

Haciendo un simple balance estequiométrico en la Ecuación 20, podemos averiguar la masa de cada uno de los constituyentes:



Ecuación 21: Balance de masas de la combustión del metano

El resultado es que, para la combustión de 16 gramos de metano, se necesitan 64 de oxígeno, por lo que la relación es de 1 gramo de metano por cada 4 de oxígeno. Además, en condiciones normales (1 atmósfera y 20°C) 0,25 g CH₄ ocupan un volumen de 370 ml. Redondeando la anterior conclusión, cada gramo de OD produce 400 ml de metano, dependiendo de factores como la temperatura del reactor.

$$1\text{kg Demanda de Oxígeno quemado} \cong 0.40\text{ m}^3 \text{ Metano producido}$$

Ecuación 22: Relación entre OD y CH₄

El volumen de metano producido entre la masa de oxígeno demandado se denomina el **rendimiento del metano**, para Potener en cuenta porque no es lo mismo que el rendimiento del biogás (mezcla de CH₄, CO₂, vapor de agua, H₂ y H₂S). Consecuentemente, el volumen de gas producido por cada kilo de demanda de oxígeno será mayor que 0.4 m³, pero se puede utilizar la Ecuación 22 para hacer una aproximación.

Potencial Bioquímico del Metano (BMP)

Se mide en probetas pequeñas de 500 ml, incubando el sustrato un medio anaeróbico y un medio nutriente, manteniendo condiciones de temperatura y pH controladas en periodos de entre 30-60 días. Para medir su rendimiento hay dos métricas:

Rendimiento específico: volumen CH₄ por gramo de VS añadido.

Potencial húmedo: volumen de CH₄ por volumen de muestra húmeda.

3.4.2 GENERACIÓN IN SITU

En el biodigestor, tras el proceso de digestión anaeróbica, se producen como consecuencia el biogás que se utiliza para cocinar, aclimatar instalaciones o alimentar generadores, y el digestato, rico en nutrientes que puede servir como un fertilizante para actividades agrícolas.

El **proceso de digestión** anaeróbica se compone **de 4 etapas** diferenciadas:

1.- **Hidrólisis:** las moléculas orgánicas complejas como carbohidratos, proteínas y grasas se descomponen en compuestos más simples – azúcares, aminoácidos y ácidos grasos – para que los microorganismos del biodigestor puedan aprovechar la materia orgánica como fuente de energía.

2.- **Acidogénesis:** los compuestos simples obtenidos en la hidrólisis se transforman por bacterias en ácidos grasos volátiles, alcoholes como hidrógeno y dióxido de carbono.

3.- **Acetogénesis:** se forma ácido acético – precursor directo del metano -, dióxido de carbono y más hidrógeno a partir e los ácidos grasos y alcoholes obtenidos anteriormente.

4.- **Metanogénesis:** las bacterias metanogénicas transforman el hidrógeno, dióxido de carbono y ácido acético en metano.

Para asegurar un funcionamiento óptimo de la digestión de la materia orgánica, se debe controlar tanto la temperatura como el pH de cada una de las etapas. El pH se recomienda que sea neutro, y la temperatura de operación puede variar según la velocidad a la que se requiera la digestión (Spuhler, s. f.):

Digestión	Mínima	Óptima	Máxima	Tiempo de Retención
Psicofílica	4-10 °C	15-18 °C	25-30 °C	>100 días
Mesofílica	10-20 °C	28-33 °C	35-45 °C	30-60 días
Termofílica	25-45 °C	40-60 °C	75-80 °C	10-16 días

Tabla 6: Rangos de temperatura y tiempo de digestión anaeróbica

Dadas las condiciones del proyecto y para dotar a la cabaña y el sistema de digestión de la mayor autonomía, funcionará a temperatura mesofílica, asegurando temperaturas superiores a los 20 °C para una digestión óptima y un tiempo de digestión de 1 mes.

Los residuos orgánicos y el estiércol animal contienen una gran cantidad orgánica que posteriormente se puede convertir en biogás para cubrir las necesidades para cocinar. En

cambio, las aguas negras por la cantidad que se suministraría diariamente suponen una menor fuente de biogás para el sistema. Este sistema puede producir las emisiones de gases de efecto invernadero por la digestión anaeróbica del estiércol y reducir las necesidades de aclimatación por otros medios, en este caso la fuente solar y el sobredimensionamiento de la planta.

Tiempo de retención	30-40 días
Temperatura de digestión	20-35 °C
Energía del biogás extraído	6 kWh/m ³ = 0.61 L diésel
Rendimiento humano	0.02m ³ /persona*día
Rendimiento vacuno	0.4m ³ /kg estiércol
Requerimiento de gas para cocinar	0.3-0.9m ³ /persona*día
Requerimiento de gas para una lámpara	0.1-0.15 m ³ /h

Tabla 7: Métricas del rendimiento de la biodigestión

Con la información de la tabla podemos estimar la cantidad de gas que podremos producir al año con la ocupación de la cabaña:

$$Q_{gas\ producido} = \frac{0,02m^3}{persona\ día} * 2\ personas * 2\ \frac{días}{semana} * 52\ \frac{semanas}{año} \approx 4,16\ \frac{m^3}{año}$$

Ecuación 23: Producción de gas anual estimada

Los motores que funcionan con biogás presentan varias configuraciones, dependiendo de si funcionan exclusivamente con biogás o sustituyen parcialmente otros combustibles, como diésel o gasolina. Los consumos mínimos esperados para estos motores es de 0,5-0,8 m³/kWh de biogás. Teniendo por tanto el consumo eléctrico que se abastecerá con el generador, se tiene un consumo anual esperado de:

$$Q_{biogás} = 0,5 \frac{m^3}{kWh} * 21,5 \frac{kWh}{año} = 10,75 \frac{m^3}{año}$$

Ecuación 24: Consumo de biogás de un generador eléctrico

Como conclusión, no se estima una producción suficiente de biogás a partir de las aguas negras para cubrir la demanda eléctrica del generador a lo largo de un año. No se descarta una modificación futura si los niveles de ocupación aumentan. De esta forma, se detallan a continuación proyectos similares para viviendas unifamiliares.

La empresa *HomeBiogas* ha desarrollado un modelo de váter con biodigestor para instalaciones desconectadas de la red y producción de gas para cocinar u otros usos («Toilet - HomeBiogas» 2023). Esto abre las puertas a la implantación de este sistema en localizaciones off-grid, ya que consta únicamente de un inodoro y el biodigestor con sus componentes, todo integrado sin necesidad de etapas previas o sistemas complejos.

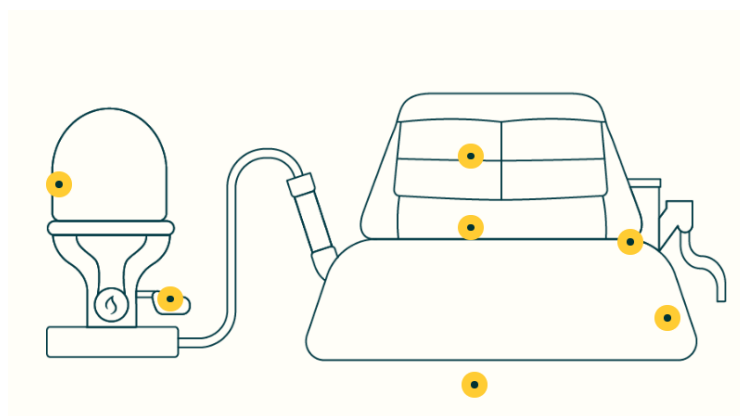


Ilustración 19: Sistema de biodigestión de HomeBiogas

Este modelo de inodoro con biodigestor está adaptado para una familia de 4 personas, con un máximo de 25 descargas diarias, es decir, **30 litros diarios** (1.2 L/descarga). La descarga de agua para un inodoro eficiente estimada previamente era de 6L/descarga, 5 veces superior a la del inodoro desarrollado por *HomeBiogas*, aunque con un suministro neto de aguas negras similar. De cualquier manera, la ocupación irregular de la cabaña hace de este sistema menos eficiente y vulnerable debido al mantenimiento de los agentes orgánicos dentro del

biodigestor, por lo que sería necesario un tanque de acumulación de aguas negras previo al biodigestor para hacer un suministro constante y mantener la salud de los microorganismos.

SISTEMA.bio es otra empresa con proyectos por todo el mundo apoyando a poblaciones con falta de acceso a servicios de saneamiento, a través de Sistema Biobolsa, un biodigestor pensado para tratar las aguas negras de humanos. Tras llevar a cabo estos proyectos, constatan que todos los desechos orgánicos sirven para alimentar el sistema de biogás, pero los humanos no producen grandes cantidades de excrementos diariamente. Mientras una vaca produce suficiente biogás como para cocinar durante más de una hora, los humanos únicamente producen biogás para cocinar sólo durante 2 o 3 minutos. Por ello, esta empresa recomienda la alimentación de sus sistemas por medio de aguas negras y estiércol animal, o mediante los desechos de varios retretes («Biodigestión Para El Saneamiento: Desechos Humanos vs Desechos Animales» 2018).

Incluso en climas fríos como Burgos con temperaturas medias bajas que rondan los 13 grados, es posible una producción sostenida de biogás, planteando medidas de climatización del biodigestor, aún a temperaturas inferiores a 20 °C (Fierro 2022).

En Ecuador se han llevado a cabo proyectos piloto en los Andes y el altiplano (~4000 m.s.n.m) donde se han logrado implantar exitosamente en temperaturas psicofílicas. Gracias a un aislamiento de adobe y una entrada superior de luz con un techo de plástico traslúcido, se consigue aumentar la temperatura del digestor y mantenerla constante, elevándola incluso 12 °C por encima de la temperatura ambiente.



Ilustración 20: Aclimatación de un biodigestor en Ecuador (~4000 m.s.n.m)

En este caso el biodigestor era tubular de membrana (denominados Taiwán o de salchicha). Un cilindro de polietileno, que encapsula las aguas negras y se digieren en condiciones anaerobias. Son los más económicos y fáciles de implantar por su simple funcionamiento, aunque los más susceptibles a reparaciones y temperatura exterior, de ahí la necesidad de aclimatación.

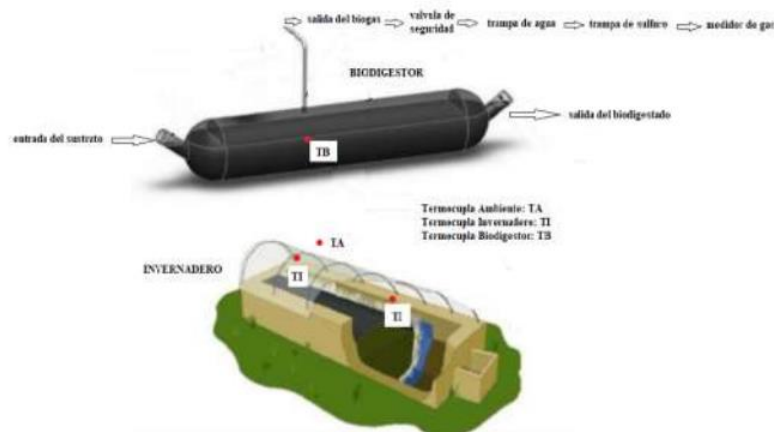


Ilustración 21: Biodigestor Taiwán, composición y aislamiento térmico

Se propondría la implantación de un sistema de biodigestión tubular con aislamiento térmico con capacidad de 30 L y con un tanque anterior para hacer descargas sostenidas durante todo el año preservando el microbiota, encargada de la biodigestión. Como se ha comentado en el apartado 2.6 donde se ha dimensionado el humedal donde irá dirigido inicialmente el

digestato derivado de la digestión. Reiterar en que la demanda de biogás calculada no es suficiente para cubrir ni la mitad de la demanda eléctrica estimada, por lo que este proceso se descarta, aunque se estudia su viabilidad para una futura implementación en vista a aumentos de demanda.

3.4.3 GENERACIÓN DE RESPALDO

Para dar soporte al suministro eléctrico fotovoltaico y con el fin de no sobredimensionar la instalación para los meses de invierno, una alternativa es implantar un sistema de respaldo.

Sin duda podría ser una solución atractiva desde el punto de vista económico, pero como se mostrará más adelante, el sistema fotovoltaico resulta más barato, además de presentar gastos operativos menores, dotar de mayor autonomía a la cabaña, y reducir al mínimo la emisión de gases de efecto invernadero.

El punto más desfavorable es la implantación de un sistema que genera emisiones, posiblemente ruido, y reduce la autonomía de la cabaña. En cuanto a los costes operativos, ya no solo sería necesario plantear el consumo anual de combustible, sino su correcto aprovisionamiento y almacenamiento in situ, aumentando el impacto de la edificación en el entorno.

La alternativa más viable sería la producción de biogás para generación eléctrica, mezclado con otros combustibles, por lo que ni en ese caso sería un sistema completamente autónomo. En cualquier caso, la producción de biometano no es suficiente dadas la ocupación anual esperada y la capacidad del alojamiento. Este sistema está más enfocado a alojamientos con mayor volumen de huéspedes, elevando así la producción de CH₄.

Capítulo 4. CONSIDERACIONES REGULATORIAS

En este apartado se van a mostrar las consideraciones regulatorias para tener en cuenta para llevar a cabo el proyecto. Esto responde tanto a redes de protección medioambiental de la Unión Europea, como las leyes de urbanismo que regulan la edificación en el municipio de la Merindad de Valdivielso y las posibles ayudas y financiación que se otorgan hoy en día a proyectos de este carácter.

4.1 RED NATURA 2000 Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

La Red Natura 2000 es una red europea de espacios naturales protegidos. Su objetivo es conservar las características como biodiversidad y hábitats naturales en toda Europa. Está amparada bajo las dos directivas de la Unión Europea en relación con la vida silvestre y la conservación de la naturaleza: Directiva de Aves 2009/147/CE y la Directiva de Hábitats 92/43/CEE («Directiva de Aves» 2024).

España es el mayor aportador de espacios amparados bajo esta red de los miembros de la Unión Europea. Dicho esto, las bases que sientan la Red Natura 2000 son algo inestables, al carecer las naciones de fondos y capacidad para amparar estos lugares dentro del marco nacional y regional de Espacios Naturales Protegidos (NPAs).

Se muestra a continuación la localización donde se encuentra el Valle de Valdivielso (coloreado en verde y rallado en rojo), marcado en la siguiente figura con una aguja azul, entre Burgos, Logroño y Santander. Se aprecian en verde todos los espacios protegidos por la Red Natura 2000. La imagen procede del banco de datos de la naturaleza del Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.

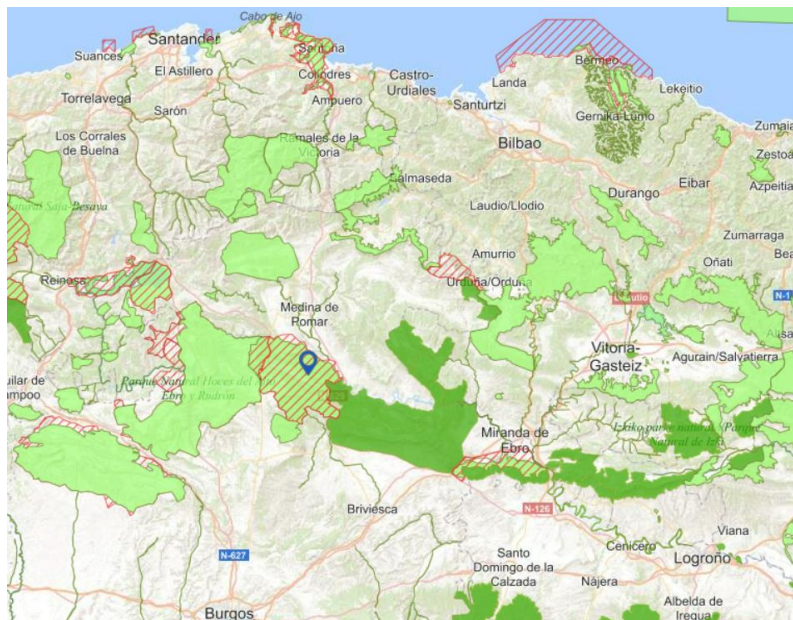


Ilustración 22: Valle de Valdivielso, Burgos, Castilla y León

Actualmente el 28% del territorio español es parte de esta red, y los organismos del régimen autonómico son los encargados de aplicarla, por lo que se señalará más adelante la acción en Castilla y León. Aunque hay zonas que carezcan de planes de gestión activos, al estar amparada bajo las directivas europeas de protección ambiental, su ignorancia puede presentar riesgo legal.

Los espacios amparados bajo el régimen de esta red no están limitados ante la construcción de infraestructura o actividad humana, pero si requieren de mayor documentación y seguimiento. De hecho, toda actividad que se lleve a cabo que condicione el entorno deberá someterse a una evaluación ambiental previa y justificar adecuadamente su efecto sobre el medio ambiente. (Fuentes y Otón 2011)

Incluye dos tipos de espacios protegidos principales: Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y Zonas de Especial Conservación (ZEC). Ambas están amparadas bajo directivas del Parlamento Europeo para la preservación de hábitats de especial interés y

especies amenazadas. Cabe destacar que el Valle de Valdivielso este sujeto a ambas denominaciones.

La Red Natura 2000 no impide el desarrollo de infraestructuras ni la actividad humana en las áreas bajo su dominio, pero si exige una mayor cautela y responsabilidad ambiental cuya correspondiente aplicación es competencia de los organismos autonómicos, en este caso, la Junta de Castilla y León.

Por esto, es pertinente realizar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) obligatoria, según la Ley 21/2013 de evaluación ambiental, y la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que establece un procedimiento obligatorio para proyectos como el sujeto a estudio, que pueden generar un impacto en el medio ambiente. Los aspectos clave de la EIA son(«Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.», s. f.):

- **Definición y objetivo:** evalúa los efectos sobre flora, fauna, suelo, agua, aire, paisaje y patrimonio cultural.
 - **Procedimiento:** se debe presentar un documento técnico que analice las alternativas viables del proyecto, impactos sobre el medio ambiente (directos, indirectos y acumulativos) y presentar medidas preventivas, correctoras y compensatorias. Además, el proyecto deberá someterse a consulta pública de las partes afectadas (administraciones y personas). Posteriormente se emitirá una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), de carácter vinculante, donde se establecen las condiciones a seguir para ejecutar el proyecto.
 - **Requisitos específicos para Red Natura 2000:** evaluar si el proyecto afecta de forma negativa a los hábitats y especies protegidas. En caso de que se detecten impactos adversos, deberán justificarse mediante razones de interés público además de proponer medidas compensatorias.
- **Plazos:** máximo 4 meses para el órgano ambiental pertinente para revisar el expediente desde su recepción completa. La declaración final deberá publicarse en el BOE.

4.2 CAMBIO DE USO DEL SUELO AGRARIO A TURÍSTICO

En Burgos, el cambio de uso del suelo lo gobierna el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) y las leyes autonómicas y nacionales de urbanismo. En el marco nacional la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental y la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad. En el autonómico esta la previamente citada Ley 5/1999 de Urbanismo de Castilla y León y el Decreto 9/2024.

El suelo en España puede estar clasificado como suelo urbano, urbanizable y no urbanizable (o rústico). Se distingue por tanto entre terrenos ya desarrollados o con infraestructura básica (suministro de luz y agua), terrenos no desarrollados, pero con posibilidad de desarrollarse partiendo de un plan urbanístico, y los terrenos rústicos que presentan un alto valor ambiental, paisajístico o cultural («Recalificación de Terrenos» 2025).

A su vez, dentro de cada clasificación hay una calificación, que indica que uso concreto se le da al terreno. Puede ser: residencial (construcción de viviendas), industrial (fabricas e instalaciones productivas), comercial (actividades relacionadas con el comercio) y dotacional (hospitales, colegios, parques o cualquier otro servicio público).

De esta forma se define el uso del suelo en la Ley 5/1999, de Urbanismo de Castilla y León. Actualmente, las fincas donde se va a realizar el estudio están bajo la clasificación de suelo rústico.

La ley de Urbanismo de Castilla y León indica en su artículo 13 que: los terrenos clasificados como suelo rustico protegido (afectado por la normativa ambiental Red Natura 2000) o alberguen valores ecológicos o especies protegidas no podrán recalificarse salvo excepciones justificadas de interés general, y aun así solamente se podrá llevar a cabo si no presenta un efecto negativo sobre los aspectos mencionados previamente («Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León.», s. f.).

Todo esto se ratifica y aclara en el Decreto 22/2004 de 29 de enero, que desarrolla y complementa el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León. En dicho Decreto se estipulan

regulaciones frente a la actividad urbanística, planeamiento y gestión urbanística e intervención en el uso del suelo. Desarrolla las restricciones a la implantación de proyectos de construcción o actividad humana en suelo rustico, requiriendo («Decreto 22/2004, de 29 de enero», s. f.):

- El proyecto debe tener coherencia con el entorno, debiendo adaptarse a las características naturales y culturales del mismo. No debe romper su armonía y se aplican restricciones sobre su altura, volumen, color, materiales y ubicación.
- Prohíbe las obras de urbanización como: viales, aceras y canalizaciones... salvo que estén sujetos a autorizaciones específicas o en instrumentos de ordenación del territorio. Esto implica la imposibilidad de construir esta infraestructura para el proyecto, salvo que se considere parte de una infraestructura mínima.
- El suelo está clasificado como suelo rústico por pertenencia a la Red Natura 2000 y presentar valores naturales intrínsecos. Su recalificación queda así limitada salvo en circunstancias justificadas.
- Limitaciones en la construcción: se permiten solamente construcciones aisladas y justificadas y con una altura máxima de dos plantas. Además, todas las construcciones deben adaptar su diseño al entorno: volumen, materiales, color...

A este parecer, el Real Decreto-ley 9/2024 supone una alternativa dado el enfoque más flexible frente a proyectos sostenibles en suelo rustico, con ciertos compromisos («Inventario español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad», s. f.):

- Demostrando el interés público/social: se puede argumentar haciendo referencia a la revitalización del entorno rural, fijación de la población empleo y turismo sostenibles...
- Compromiso ambiental: el proyecto este guiado en esta dirección al seguir con los estándares Passivhaus y ser las cabañas autosuficientes, y cumple con los criterios que prioriza el decreto (eficiencia energética, mínima ocupación, integración del entorno ...)
- Inexistencia de suelos alternativos: justificando la incompatibilidad del modelo de negocio con otros emplazamientos, como puede ser en un núcleo urbano.

De esta forma, al presentar al ayuntamiento de Valdivielso el plan de proyecto con sus objetivos y medidas paliativas contra el impacto medioambiental, además del modelo de negocio que permita impulsar la economía del valle, existe la posibilidad de cambiar la clasificación del suelo para así iniciar el proyecto.

El procedimiento para hacer un cambio del uso del suelo requiere superar varias fases administrativas y técnicas. Se detalla a continuación el proceso que habría que seguir, con plazos estimados, documentación requerida y los costes asociados.

Primero es necesario informarse de la **viabilidad del proyecto**, presentando una solicitud al Ayuntamiento de Valdivielso con el anteproyecto, detallando: ubicación, dimensión de las cabañas y justificación turística.

El **segundo** paso será **pedir una autorización de uso excepcional en suelo rustico** es el núcleo del proceso. Es requisito para habilitar un uso extraordinario del suelo rustico y la expide la Comunidad Autónoma. Esto se consigue presentando un proyecto básico al Ayuntamiento, junto con una memoria justificativa del interés público del proyecto. El Ayuntamiento es el encargado de elevar la solicitud a la Comisión Territorial de Medio Ambiente y Urbanismo de la Junta (en Burgos). Esta solicitud es previa a la licencia de obra necesaria para llevar a cabo el proyecto.

- Para dar un poco más de detalle sobre lo que debe incluir la solicitud, debe constar de: planos y memoria de las cabañas (incluyendo ubicación exacta de estas, accesos, instalaciones autosuficientes tanto de electricidad como de agua), y la **justificación del interés público**. Este último se fundamentará en la carencia de alojamientos rurales en la zona, la imposibilidad de realizar el proyecto en suelo urbanizable por las características del proyecto.
- Para la expedición del uso excepcional del suelo, se requerirán informes para alegar la conformidad del proyecto con estándares de preservación del medioambiente y las características del entorno. Especialmente el informe de la Consejería de Medio Ambiente, para evaluar la compatibilidad del proyecto con la Red Natura 2000, con el que la junta evaluara si afecta a los espacios y especies protegidas.

- Los informes se someterán a información pública, anunciados en este caso en el Boletín Oficial de Castilla y León, para que cualquier afectado pueda presentar alegaciones. A este respecto el promotor debe estar preparado para responder en este caso vecinos o grupos ecologistas.
- Finalmente, la resolución de la comisión territorial dictaminara si finalmente se puede llevar a cabo el proyecto. Habrá condiciones como las características de la edificación, medidas paliativas para el impacto medioambiental o el uso de materiales sostenibles.

Una vez obtenida la autorización económica, es posible obtener la **licencia de obra urbanística** para edificar, expedida por el ayuntamiento. En este caso, las instalaciones no cuentan con servicios centralizados, por lo que el diseño de las instalaciones de autonomía (depósito de agua y abastecimiento eléctrico) para asegurar que es conforme a la regulación.

Suponiendo que las cabañas están construidas y listas para acoger a huéspedes, es necesario una **licencia de apertura o ambiental** (su nombre varía en función del municipio) a fin de evaluar ruidos, residuos, seguridad... Este trámite puede integrarse en la solicitud de la licencia de obras, aunque también es de carácter independiente.

Finalmente, antes de iniciar la actividad es necesaria la **inscripción de las cabañas en el reglamento turístico de Castilla y León**. Se lleva a cabo entregando una Declaración Responsable a la Consejería de Turismo, declarando que se cumple el Decreto 75/2013. Al inscribir las cabañas, se clasificará según el tipo de alojamiento rural que más case con los servicios que vaya a ofrecer y con una serie de estrellas en función de la calidad de estos. Así se podrá abrir al público, exhibiendo los distintivos oficiales en la fachada del alojamiento.

4.3 *NORMATIVA TURÍSTICA EN CASTILLA Y LEÓN*

4.3.1 REGISTRO DE TURISMO DE CASTILLA Y LEÓN

El marco legal para el turismo en Castilla y León queda recogido en el Decreto 75/2013 y establece los tipos de alojamiento, requisitos técnicos y administrativos de indispensable

cumplimiento, así como las condiciones de inscripción y explotación («Decreto 75/2013» 2013).

Según el Decreto, la **definición de casa rural** es la que más casa con las características del proyecto: edificaciones ubicadas en entornos rurales que ofrecen alojamiento turístico, alquiladas en su totalidad o por habitaciones. Se definen así las características que debe tener para cumplir con los requisitos del Decreto 75/2013.

En cuanto al **régimen de explotación**, especifica que las casas deberán contar con personal presente para resolver incidencias de los huéspedes, disponibles las 24 horas del día y en cualquier momento de la semana, en representación del propietario de la casa rural en caso de no ser este la figura presente.

Sobre las **instalaciones y servicios**, las casas rurales deben contar con:

- Agua potable, tanto caliente como fría y con caudal suficiente.
- Suministro eléctrico.
- Calefacción.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Teléfono a disposición del cliente.

Las habitaciones y cuartos de baño también deben presentar unas características mínimas:

- Una superficie útil mínima de 7/10/14 m² según se trate de habitaciones individuales/dobles/triples, sin tener en cuenta el baño y la terraza.
- Aislamiento suficiente para preservar la estancia de ruidos y luz a demanda del huésped.
- Un sistema de calefacción.
- Iluminación y ventilación directas al exterior o patios no cubiertos.
- Mobiliario adecuado y en perfecto estado de uso, sin la instalación de literas.

En cuanto a los cuartos de baño, deberán de contar con uno por cada 4 plazas de alojamiento, estando equipado con: agua caliente y fría, inodoro, lavabo, y espacio para ducha o bañera. Adicionalmente habrá un espejo para el aseo personal y toma de corriente.

Deberán contar además con un **salón-comedor y una cocina**. Ambas estancias deberán estar equipadas con mobiliario en perfecto estado de uso. En concreto, la cocina deberá constar de:

- Cocina con combustible suficiente para ser utilizada durante toda la estancia, frigorífico, lavadora o servicio de lavandería, menaje y vajilla y cubertería suficiente.
- Deberá constar de un manual de uso de los electrodomésticos además de un inventario de los utensilios existentes.
- La cocina deberá presentar ventilación forzada o directa, extractor de humos, agua fría y caliente, sistemas de conservación de alimentos y recipientes de basura de cierre hermético. Los materiales de esta estancia además serán de carácter ignífugo, de fácil limpieza y empleando materiales no porosos.

Además, se presentan unos requisitos comunes a todos los alojamientos turísticos rurales, teniendo que:

- Estar a una distancia mínima de 500 metros de cualquier vertedero o polígono industrial, o urbanizaciones de viviendas unifamiliares, y ubicado en un municipio en suelo rustico de hasta 20,000 habitantes.
- La decoración deberá ser acorde con el alojamiento, estando integrada con las características del inmueble. La gastronomía, por su parte, deberá ser representativa de la cultura local, presentando sus peculiaridades culinarias y vinícolas.
- En cuanto a la publicidad, se hará referencia al tipo de alojamiento rural que muestra su certificación, eludiendo el uso de otro tipo de calificativos que induzcan la equivocación. Se deberán expresar además las condiciones del régimen de reservas.

Todos estos requerimientos sirven como base de un sistema de categorización, que asigna de una a cinco estrellas verdes. Esta puntuación es fundamental para aumentar el atractivo de las cabañas y aportar competitividad dentro del modelo de negocio.

El sistema de puntuación se divide en áreas, y considera distintos aspectos de la instalación que por sus características puntúa desde 1 a 5, otorgando la mayor puntuación a los aspectos que cumplan con el mayor número de requisitos expuesto.

Finalmente se hace una conversión de puntos a estrellas, sumando los puntos obtenidos en cada una de las áreas, y se obtiene una calificación de acuerdo con los siguientes tramos de puntuación:

- Una estrella: 10 puntos como mínimo.
- Dos estrellas: 35 puntos como mínimo.
- Tres estrellas: 45 puntos como mínimo.
- Cuatro estrellas: 65 puntos como mínimo.
- Cinco estrellas: 85 puntos como mínimo.

La calificación obtenida quedará reflejada en una placa que deberá colocarse en la fachada del alojamiento, junto a la entrada principal. Contendrá los acreditativos de la calificación, y de la categoría del establecimiento. Se muestra a continuación la imagen de la placa correspondiente a un alojamiento calificado como casa rural a color, según el Decreto 75/2013.



Ilustración 23: Placa de estrellas para casa rural con 5 estrellas

Dicho esto, atendiendo al diseño que tienen las cabañas, se procede a calcular la calificación que tendría el alojamiento, repasando todas las áreas que categoriza el Decreto 75/2013:

Área 1: Entorno/Situación (8 pts)

Acceso al alojamiento (3 pts): se puede acceder al alojamiento a una distancia mínima de 150 metros en vehículo, cuyo acceso esta señalizado.

Espacios exteriores (5 pts): dispone de una terraza de 1 m² por cada plaza, además de un jardín privado con equipamiento propio (sillas, mesas...) de más de 10 m² por plaza.

Área 2: Estructura/Acondicionamiento (41 pts)

Cocina

Superficie de la cocina (4 pts): entre 10-12 m².

Equipamiento (2 pts): no se opta a la máxima puntuación por la necesidad de campana extractora que reduce significativamente el aislamiento térmico de la cabaña.

Salones y comedor

Superficie por plaza de salones y comedores (5 pts): superficie superior a 5 m².

Estructura y confort (5 pts): salón-comedor con más plazas que el establecimiento

Equipamiento (5 pts): mesas y asientos para todos los comensales en salón-comedor, además de muebles auxiliares (mesita y lámpara), elementos decorativos y distintos tipos de iluminación en la estancia, tanto artificial como natural.

Habitaciones

Nº habitaciones por plaza (5 pts): resultado igual o inferior a 2.

Equipamiento (5 pts): cama doble 0,90x1,35, silla perchero, dos mesas y lámparas al lado de la cama, armario con baldas, cajoneras, estantes y perchas, espejo.

Cuartos de baño

Superficie (5 pts): igual o superior a 5 m².

Equipamiento y/o mobiliario de baño (5 pts): toallas tanto de ducha como de mano por huésped, varios rollos de papel higiénico, mamparas de ducha, jabón, secador de pelo, espejo de aumento, productos de baño, taburete, papelera con pedal y tapa, bolsa higiénico-sanitaria y separación entre la ducha y el inodoro.

Área 3: Equipamiento general (6 pts)

Estacionamiento del vehículo (3 pts): estacionamiento al aire libre privado.

Equipamiento exterior (3 pts): bancos rústicos, mesas, sillas y espacio ajardinado

Equipamiento interior de ocio (0 pts): no se valora la inclusión de televisión o juegos de mesa.

Área 4: Trato con el cliente y servicios (5 pts)

Atención al cliente personalizada (2,5 pts): información por escrito, detalle de acogida en habitación, ofertas al cliente alojado (restauración o compra de productos), servicio de reserva online, bonos de descuento en participación de actividades, ofertas de descuento a adultos y tarjetas o herramientas de fidelización.

Idioma extranjero (2,5 pts): folleto en distintos idiomas conteniendo actividades, fiestas, establecimientos, rutas... Información y señalización en otros idiomas, además de hablar dos o más idiomas, establecimiento con directorio de idiomas y carta o menú en varios idiomas.

Área 5: Medioambiente y sostenibilidad (10 pts)

Eficiencia energética y ahorro de agua (5pts): electrodomésticos e iluminación de bajo consumo, ahorro de agua y energía.

Selección y tratamiento de residuos (5 pts): medios para llevar a cabo prácticas de reciclaje y separación de residuos.

Área 6: Seguridad y accesibilidad (7 pts)

Seguridad (2 pts): bandas antideslizantes al pie de las escaleras, información de teléfonos de emergencia, botiquín y sistema de alarma de seguridad e incendios.

Accesibilidad (5 pts): se dispone de accesibilidad del alojamiento a jardines o espacios exteriores, y en caso de no ser accesible se facilitará por personal del establecimiento.

Área 7: Gestión de calidad (10 pts)

Tratamiento de quejas y medición del grado de satisfacción de los huéspedes (5 pts): se dispone de cuestionarios online y un registro o fichero de respuestas a sugerencias en la web.

Procedimientos de gestión del establecimiento (5 pts): existe un registro de los clientes, un calendario de ocupación, procedimientos de gestión del establecimiento por escrito y en la web.

Con el repaso previo a todas las áreas de categorización por parte de la Junta de Castilla y León, se consigue una puntuación final sumando la obtenida por cada una de las áreas según los requerimientos que se van a cumplir en el proyecto. Finalmente, la **puntuación obtenida espera ser de 87 puntos**, lo que otorga al establecimiento una clasificación de **5 estrellas** según la clasificación del Decreto 75/2013.

4.3.2 LICENCIA DE APERTURA MUNICIPAL

Posterior a su inscripción en el Registro de Turismo de Castilla y León, es preciso solicitar una licencia de apertura o Actividad Municipal. Se trata de una autorización para que cualquier actividad económica pueda operar legalmente. Es un trámite que asegura el cumplimiento de las normativas urbanísticas, de accesibilidad y seguridad exigidas por el ayuntamiento («Licencia de apertura qué es y cómo solicitarla - Certicalia», s. f.).

La licencia de apertura presenta una duración indefinida, aunque puede darse de baja si en el año siguiente no se ejerciese ninguna actividad, por acumulación de sanciones municipales o que pasados 6 meses desde la finalización de las obras no se haya iniciado ninguna actividad.

Para su obtención es obligatorio presentar un proyecto técnico desarrollado por un: arquitecto, ingeniero o aparejador. Este debe incluir planos del local, descripción de la actividad que se va a desarrollar y el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE), un estudio sobre el impacto ambiental y acústico y cumplir con la normativa de accesibilidad para personas con movilidad reducida.

El siguiente paso sería presentar una declaración responsable, manifestando el cumplimiento de las normativas exigidas, disponiendo además de los documentos acreditativos que lo aseguren, comprometiéndose además a su cumplimiento durante el tiempo de la actividad («Guía normativa de los alojamientos de turismo rural de Castilla y León (I) - Agronews», s. f.).

Finalmente, las instalaciones se someterán a una inspección municipal técnica, donde se verificará que todos los procedimientos se cumplen según las normas, antes de conceder la licencia definitiva.

Para dar una medida aproximada del tiempo que llevara conseguir todos los trámites, en pro de la ejecución del proyecto («Cómo montar una casa rural en 2025 - Pasos & trámites», s. f.):

- **Permiso de obras:** entre 15 días y 3 meses.
- **Licencia de apertura:** en función de la saturación del ayuntamiento de Valdivielso, podría tardar hasta 1 año.
- **Trámites de hacienda:** dos semanas aproximadamente.
- **Registro provincial:** en el día.

De esta forma se espera que el **tiempo total** desde la puesta en marcha de la construcción de la cabaña, hasta la obtención de la licencia de apertura, teniendo en cuenta el proceso de edificación, tenga una duración **de 2 años**.

4.4.1 FINANCIACIÓN EUROPEA. PROGRAMA LEADER

En las merindades el grupo local destinado a aplicar el programa es el CEDER Merindades. Las subvenciones que ofrecen son a fondo perdido para el desarrollo del turismo local, por lo que el proyecto del alojamiento rural de lujo entra dentro de esta demarcación («Ayudas y Subvenciones Leader 23-27 | CEDER Merindades», s. f.).



Ilustración 24: Ámbito territorial de los grupos de acción local LEADER 2023-2027

Las ayudas que se conceden por este programa para la región de Burgos en el ámbito de pequeñas y medianas empresas rondan el 30-45% de la inversión inicial, siendo la subvención máxima de 200.000 EUR. La convocatoria permanece abierta hasta el 31 de diciembre de 2024r(Junta de Castilla y León, s. f.).

4.4.2 FINANCIACIÓN NACIONAL

Planes de Sostenibilidad Turística en Destino

Responden a las iniciativas de la Comunidad para la reestructuración y adaptación del sector turístico de Castilla y León a los nuevos retos y necesidades de la actividad turística. Cada año se dota de presupuesto a la Junta de Castilla y León a través en materia de turismo, a través de los fondos *Next Generation* procedente de la Unión Europea. Están especialmente enfocados en los planes enfocados a patrimonio y enogastronómica, con el objetivo de mejorar su gestión y fomentar su competitividad y especialización en este tipo de turismo mejorando su posicionamiento en los mercados (León, s. f.).

A este parecer, la Junta de Castilla y León impulsó en 2023 catorce planes de sostenibilidad turística en la región, con una financiación de 23,3 M EUR. Los requisitos para acceder a este tipo de financiación es cumplir con la estrategia del emplazamiento: transición verde, eficiencia energética, digitalización turística... Las ayudas al proyecto son variables en función de su magnitud («Subvenciones para fomentar la calidad del Sector Turístico de Castilla y León 2023», s. f.).

4.4.3 FINANCIACIÓN AUTONÓMICA

Subvenciones para iniciativas empresariales de relevancia

Esta línea de subvenciones está destinada a apoyar iniciativas empresariales que puedan aumentar por su atractivo el número de viajeros en un destino concreto, con especial incidencia en los destinos con déficit de oferta primaria u oferta complementaria. Los proyectos que se apoyen estarán orientados hacia el turismo del tipo: cultural, patrimonial,

familiar enogastronómico, de naturaleza o activo. En cuanto al modelo de negocio, debe ser de alta rentabilidad y con un potencial de crecimiento significativo.

Estas ayudas pivotan sobre los destinos en los que se emplazan los proyectos, ya sea por el potencial que tienen o por su flujo de turismo actual («Subvenciones para proyectos de atractivo rural CyL», s. f.).

A este parecer, Castilla y León es la comunidad autónoma con mayor concentración de pernотaciones en el ámbito rural (14,81%), superando los 13 millones en 2022, con más de 72.000 profesionales afiliados a la seguridad social trabajando en el sector turístico. Esto implica que potenciar el modelo de negocio en el Valle de Valdivielso puede ser viable por sus características, su flujo actual de turismo y profesionales involucrados («BOCyL n.º 194, 9 de octubre de 2023», s. f.).

La cuantía de la subvención puede alcanzar hasta el 70% de la inversión en función de la puntuación obtenida en aplicación de los criterios de valoración establecidos. Aunque la última convocatoria cerro en 2024, se espera su reapertura en años próximos.

Ayudas a la Eficiencia Energética y Economía Circular de Empresas Turísticas

Este programa está cofinanciado por los fondos *Next Generation* de la Unión Europea y gestionado por la Junta de Castilla y León. Apoya entre otros alojamientos, a casas rurales que apuestan por la eficiencia energética, el uso de energías renovables, reducción de residuos o economía circular. Los requisitos para este tipo de financiación suponen invertir en tecnología como: iluminación LED, mejoras de aislamiento, climatización eficiente, placas solares, gestión del agua. La subvención es a fondo perdido y podría alcanzar hasta el 50% de la inversión inicial, sujeto a normativa de ayudas del estado. Ha habido convocatorias tanto en 2023 como en 2024, por lo que se prevén aperturas en los años venideros («Subvenciones para proyectos de atractivo rural CyL», s. f.).

4.4.4 OTRAS HERRAMIENTAS DE FINANCIACIÓN

Además de las subvenciones a fondo perdido, el proyecto puede acogerse a otros métodos de financiación, tanto de entidades públicas (ICO, ENISA, microcréditos), como inversores privados.

Fondo ICO

Tiene varias líneas de financiación. La Línea ICO-Empresa es un instrumento financiero del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital gestionada por el Instituto de Crédito Oficial (ICO). Está dotado con 8.150 millones EUR enfocado en incentivar la inversión privada, y mejorar acceso a financiación de proyectos relacionados con, entre otros, el sector turístico que cuiden aspectos de la sostenibilidad. En concreto, como respalda varios tipos de proyectos, al sector turístico le reserva una cuantía total de 1.000 millones de euros. Permite financiar hasta el 100% del proyecto con plazo de amortización hasta 20 años. Los fondos están abiertos a solicitudes y pretenden haber ejecutado el 100% de la dotación de estos para el tercer trimestre de 2026 («Fondo ICO Empresas y Emprendedores», s. f.).

También cuenta con la Línea ICO-Verde, dotada con 22.000 Millones de euros, para incentivar inversión privada y mejorar el acceso a financiación, exactamente como la línea anterior. Su objetivo es desarrollar el mercado de capitales en los sectores verdes, cubriendo entre otros ámbitos: la energía renovable y la eficiencia energética. También va a estar disponible hasta 2026 («BOE 162, 5 julio 2024», s. f.).

Microcréditos SODEBUR

La Sociedad de Desarrollo de Burgos ofrece microcréditos para emprendedores o pymes que estén impulsando proyectos en municipios con una población inferior a 20.000 habitantes. El préstamo variara entre 5.000-25.000 EUR sin intereses la primera mitad del plazo y 0,75% la segunda mitad, sin comisiones y con plazos de amortización medios. Además, como SODEBUR es una entidad pública no es necesario entregar un aval desproporcionado («Microcréditos empresas y autónomos del medio rural» 2023).

Capítulo 5. ANÁLISIS ESTRATÉGICO

En este capítulo se va a llevar a cabo un estudio estratégico sobre:

- La compañía: para entender cómo puede posicionarse en el mercado, identificar sus fortalezas y diferenciar el producto.
- El mercado: se identificará la viabilidad de este proyecto en España contrastando estadísticas del turismo en España en los últimos años y sus proyecciones futuras, y las tendencias de los turistas hacia el mundo rural.
- Objetivos de la compañía: establecidas las características previas de la compañía, se posicionará su producto en el mercado y se establecerán unos ingresos potenciales y escenarios de ocupación.

5.1 ANÁLISIS DE LA COMPAÑÍA

El proyecto Suite Shelter aún está en fase de creación, pero definir sus características principales desde una fase temprana permitirá agilizar su posicionamiento en el sector turístico del lujo rural. Para ello se va a desarrollar un análisis con diferentes métodos.

5.1.1 ANÁLISIS DE LAS 5 FUERZAS DE PORTER

1. Intensidad de los competidores

La rivalidad en el nicho de las cabañas de lujo es moderada, dada su reciente llegada a España y los pocos actores establecidos. Los competidores son principalmente proyectos boutique pequeños dispersos por la península, lo que reduce la presión competitiva en un área concreta. Sin embargo, apuntando al turista de alta gama que busca una estancia en alojamientos enfocados al wellnes con altos estándares de comodidad, se podría englobar hoteles de 5 estrellas y otros alojamientos como villas turísticas con características similares. La rivalidad podría intensificarse si hubiese alojamientos que

ofreciesen servicios similares, pero ante la falta de oferta local de cualquier tipo de alojamiento se evita el enfrentamiento directo.

En el corto plazo no hay competidores locales, pero si en el largo plazo el proyecto tiene éxito se podría enfrentar a competidores en comarcas vecinas. La competitividad en conclusión es fragmentada y diferenciada.

2. Amenaza de nuevos entrantes

La tecnología implicada en la implantación del proyecto no restringe la entrada de nuevos competidores. Es una idea fácil de replicar, puesto que el concepto es simple, sin tener en cuenta diseños extravagantes o sistemas de tratamiento de aguas o respaldo que añadan valor adicional a la sostenibilidad del proyecto. Teniendo en cuenta además la creciente demanda de experiencias en la naturaleza de la mano de glampings y albergues favorece el crecimiento de un segmento interesado en unas altas prestaciones, sin renunciar a la desconexión y el impacto medioambiental.

El mayor activo a tener en cuenta para empezar un proyecto de estas características es sin duda el emplazamiento. Se han repasado previamente regulaciones vigentes sobre la puesta en marcha de proyectos en suelo rural, más aún las características del entorno que puedan ofrecer un entorno tranquilo y unas buenas vistas desde el alojamiento.

En este aspecto Suite Shelter cuenta con una finca con una amplia perspectiva del valle y aislamiento de poblaciones cercanas, difícil de replicar por nuevos entrantes, dadas las complicaciones regulatorias y condiciones naturales del entorno.

El aspecto económico de implementar la tecnología Passivhaus en la cabaña también supone de un esfuerzo mayor respecto la edificación convencional, siendo otra barrera para promotores sin experiencia en esta tecnología o sin capital suficiente.

Por último, la imagen de marca, en este sentido esencial para transmitir la confiabilidad de un servicio diferenciado en un entorno privilegiado es un factor fundamental. El usuario busca separarse de marcas populares y lujos ostentosos y apostar por un servicio innovador, centrado en la sostenibilidad y las máximas prestaciones. Posicionarse con una imagen propia, como una página web que refleje los valores del proyecto, su intención e impacto, es fundamental para atraer al cliente de alta gama, sin dejar de lado otros canales de reserva que puedan potenciar la visibilidad del alojamiento.

La diferencia o ventaja radica en el emplazamiento y la imagen de marca que ostente el proyecto, que abra las puertas a la creación de una cadena futura con distintos proyectos en distintas zonas de la península.

3. Poder de negociación de los proveedores

Se puede diferenciar proveedores de servicios en la operación del hotel y la construcción. En la operación, las colaboraciones con productores locales dotarán a Suite Shelter de un carácter único, ofreciendo productos de la máxima calidad. Su poder de negociación en este caso se estima bajo. Desde su perspectiva representa una oportunidad para escalar su economía y visibilidad, previsiblemente siendo flexibles en precios y condiciones.

Los técnicos responsables del diseño y creación de la cabaña tendrán un poder de negociación previsiblemente medio. La construcción de viviendas Passivhaus no está al alcance de cualquiera, puesto que se trata de proyectos de encargo específicos con unos requerimientos de aislamiento térmico elevados y materiales sostenibles cuyo tratamiento deberá ser más meticuloso respecto a los tradicionales. De cualquier manera, dada la puesta en valor de este tipo de tecnología en nueva construcción, ningún proveedor en este ámbito es insustituible.

4. Poder de negociación de los clientes

El cliente objetivo son los turistas de alto poder adquisitivo, con alternativas donde gastar su dinero en ocio. El poder de negociación de las tarifas es bajo, puesto que las fija la propia empresa, pero a través de sus expectativas y comportamiento tiene un poder considerable: buscan un servicio muy cuidado y que la experiencia en conjunto sea excelente. Calidad, privacidad, limpieza, autenticidad pueden ser factores decisivos en cuanto a la valoración por parte de estos clientes de Suite Shelter, y no satisfacerlos puede provocar un cambio hacia otras opciones, como hoteles o resorts.

Las reseñas es una fuente de información principal a la hora de contratar un servicio de cualquier tipo. Son las opiniones y el reflejo de la experiencia de usuarios anteriores, que guiarán a los siguientes sobre las debilidades y fortalezas del servicio y sugerirán su posterior contratación.

Su poder de negociación es alto dado el pequeño tamaño de mercado al que apunta el modelo de negocio y la alta sensibilidad del cliente a la calidad-precio. Será primordial que Suite Shelter trabaje en la fidelización y diferenciación respecto otros servicios.

5. Amenaza de productos sustitutivos

Servicios que garanticen satisfacer las mismas necesidades del cliente de forma similar. Se distinguen en este aspecto los hoteles o balnearios rurales, alquileres vacacionales de lujo (solamente alojamientos que ofrezcan alto confort y privacidad), glamping de gama media (si entra en valor el paisaje frente el servicio) u hoteles urbanos de lujo con zonas rurales cercanas.

La amenaza de sustitución puede considerarse media, puestos los estándares de confort que presenta el proyecto, además del paisaje, y primordialmente la privacidad. La diferenciación de Suite Shelter a este parecer es esencial, teniendo como pilares la sostenibilidad, lujo personalizado y entorno remoto.

Como aliciente, la creación de experiencias personalizadas, como visitas turísticas o recorridos por los monumentos históricos del valle dotarán a Suite Shelter de un carácter único.

Este análisis muestra un entorno competitivo pero abierto a posibilidades si el proyecto se diferencia, con un producto cuidado y empleando como ejes la sostenibilidad e impacto medioambiental.

5.1.2 ANÁLISIS VRIO

En este análisis se evalúa la propuesta de valor de Suite Shelter y sus recursos clave bajo los criterios: valor, rareza, imitabilidad y organización, con el objetivo de determinar si suponen una ventaja competitiva.

- **Valor:** el proyecto tiene como activos principales: la implementación de tecnología Passivhaus, sostenibilidad y cuidado del impacto ambiental e integración con la comunidad local. Desde el punto de vista del cliente, se están satisfaciendo tendencias demandadas en la actualidad: sostenibilidad, exclusividad, autenticidad, comodidad de alta gama. Es precisamente este valor añadido lo que permite justificar el precio por

noche. Desde la perspectiva de la empresa, estos recursos añaden valor puesto que diferencia su producto en el mercado, elevando las barreras de entrada y proyectando unos márgenes altos.

- **Rareza:** cualidad por la que se caracteriza este proyecto, puesto que se basa primordialmente en otros similares que se están llevando a cabo en Australia (Purepods, EYREWAY) y todavía no está consolidado en el mercado español. Hay una serie de características que configuran este proyecto y lo hacen único: incorporación de tecnología Passivhaus, autosuficiencia energética, privacidad, sostenibilidad e implicación con comunidad local. Se ha expuesto previamente proyectos que aúnan alguna de los recursos previos, pero no todos y mucho menos la privacidad que caracteriza a Suite Shelter. La experiencia de alojarse en el Valle de Valdivielso en un alojamiento de lujo es exclusiva, dadas las características del propio emplazamiento y del alojamiento Suite Shelter. En este aspecto el proyecto encuentra una ventaja inicial, ya que las tendencias de sostenibilidad y privacidad dan cabida a un mercado creciente y en busca de propuestas exclusivas.
- **Imitabilidad:** lo que diferencia el proyecto de futuras imitaciones es el paisaje y el emplazamiento, concretamente en el Valle de Valdivielso, meticulosamente escogido para dotar al huésped de la mayor privacidad y unas vistas al valle privilegiadas. La tecnología es imitable, el sistema de abastecimiento eléctrico hoy en día es muy fácil de conseguir y el sistema de tratamiento de aguas es replicable. En cuanto al contacto con la comunidad local ya se está implementando en hoteles y otros alojamientos para dar personalidad a otros proyectos. Si es cierto que el método Passivhaus está documentado, no es fácil de conseguir, más aún con materiales sostenibles como la paja y la madera. Sin duda la experiencia en este tipo de proyectos puede proporcionar una ventaja respecto a imitaciones, dadas las complicaciones que conlleva conseguir un terreno de las mismas características y la construcción Passivhaus.
- **Organización:** este aspecto a desarrollar puesto que el proyecto está en fase de estudio. La ventaja competitiva real se plasmará llevando a cabo actividades como la capacitación del personal (atención 5 estrellas y gestión sostenible), establecimiento de procesos eficientes para la cabaña (monitorización de los niveles de agua, energía y

mantenimiento preventivo) y un enfoque de marketing apuntando al segmento del lujo con interés por la sostenibilidad y preferencia por la privacidad. La organización interna deberá asegurar una calidad consistente en el servicio: protocolos de limpieza, entrada y salida autónoma, resolución ágil de problemas... para plasmar los recursos en una experiencia excelente del cliente. El proyecto además presenta un plan de formación de la comunidad local para crear empleo y mejorar la economía del valle, con el aliciente de crear compromiso adicional y mayor motivación. La organización debe alinear sus recursos con los requisitos del mercado del lujo, consiguiendo un producto exclusivo, valioso y raro.

ACTIVO	V	R	I	O	VENTAJA
Ubicación	x	x	x	x	Ventaja competitiva sostenible
Diseño Passivhaus	x	x		x	Ventaja competitiva temporal
Privacidad	x	x		x	Ventaja competitiva sostenible
Carácter local	x		x	x	Ventaja competitiva sostenible
Branding sostenible	x	x		x	Ventaja competitiva sostenible
Actividades personalizadas	x		x		Paridad competitiva
Canal de venta propio	x			x	Ventaja competitiva temporal
Servicio personalizado	x				Paridad competitiva

Tabla 8: Análisis VRIO de Suite Shelter

El producto de Suite Shelter es llamativo por su rareza y difícil imitación, siendo su funcionamiento operativo y marketing enfocado dos activos muy importantes para su éxito futuro.

5.1.3 ANÁLISIS DAFO

Permite identificar las Fortalezas y Debilidades del modelo de negocio, así como las Oportunidades y Amenazas del mercado objetivo que puedan afectar al mismo.

Como **Fortalezas** se identifican la propuesta de valor como piedra angular, apuntando hacia los turistas de alta gama que buscan proyectos enfocados en la sostenibilidad manteniendo altos estándares de lujo y servicio. La colaboración local dota de un carácter único a Suite Shelter, ofreciendo productos de calidad y reforzando la economía del valle. Por sostenibilidad extrema se entiende el funcionamiento off-grid sin vertidos de aguas grises ni negras, reduciendo al mínimo las emisiones de CO₂. Este proyecto se presenta como una oportunidad de ser replicado en otras zonas de la península cuidadosamente estudiadas, que ofrezcan recursos similares a los del proyecto bajo estudio.

Las **Debilidades** apuntan a la capacidad limitada del alojamiento, pensado para parejas y con una ocupación estimada muy baja inicial, de 1-2 noches/semana, que se espera aumente a medida que el proyecto gane visibilidad. La fortaleza de marca se identifica como uno de los pilares sobre los que se debe sostener el proyecto, aportando valor mediante su propia página web, reflejando sus valores e intención de cara al cliente. La ubicación puede ser un inconveniente clave para el turista principalmente extranjero. El Valle de Valdivielso se encuentra a 90 minutos en coche del aeropuerto de Bilbao, con pocos establecimientos de hostelería y el hospital más cercano a 30 minutos.

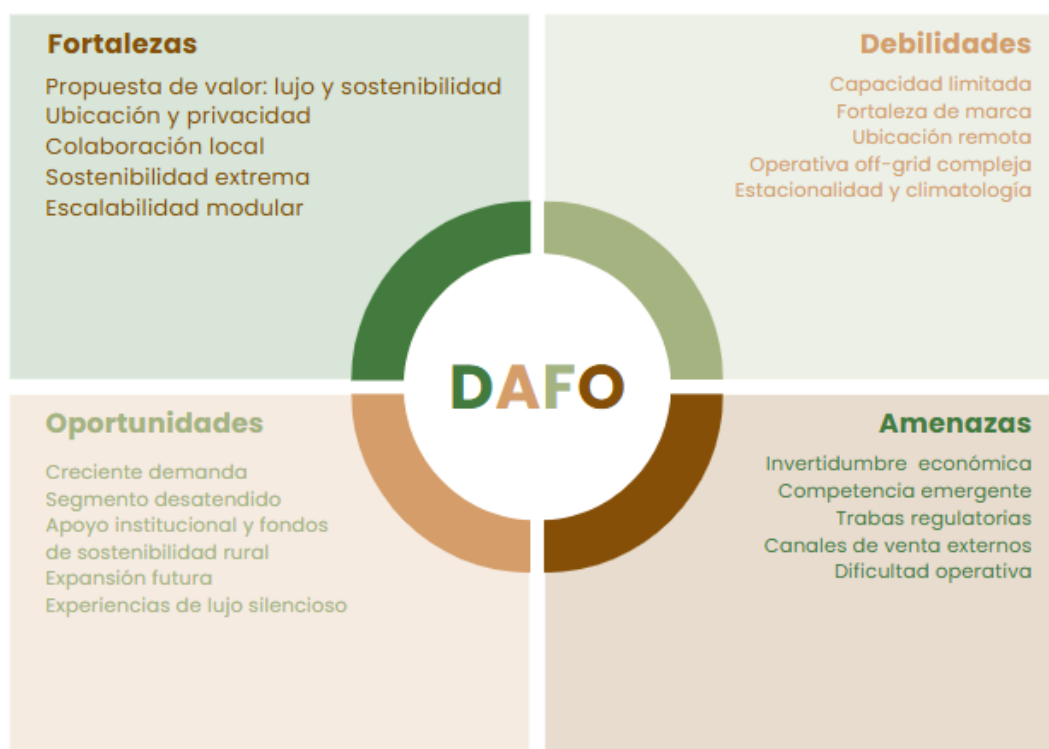


Ilustración 25: Análisis DAFO

Las **Oportunidades** principales del proyecto radican en que apunta a una demanda desatendida de clientes de alta capacidad económica con interés por proyectos sostenibles y de lujo silencioso. Dispuestos a alejarse de los centros turísticos masificados para descubrir paisajes y emplazamientos del interior de la península. Las ayudas económicas fomentan el desarrollo futuro de este tipo de proyectos, ofreciendo financiación para plantas fotovoltaicas y proyectos con enfoque en la comunidad local.

En cuanto a las **Amenazas** se encuentra la incertidumbre económica mundial, que afecta al sector del lujo radicalmente, al no ser un producto o servicio de primera necesidad. Las trabas regulatorias que puedan frenar o ralentizar la edificación de la cabaña en suelo rural se han apuntado en el apartado 4.3. En cuanto a la competencia, se considera un proyecto que se puede replicar con cierta facilidad, y los canales de venta externos podrían difuminar el carácter propio del proyecto. Por último, la dificultad de mantener un servicio personalizado del mayor nivel posible es un reto, teniendo en cuenta la localización y características del proyecto.

5.1.4 ESTRATEGIA DE POSICIONAMIENTO Y DIFERENCIACIÓN DE MERCADO

Suite Shelter definirá su posicionamiento en el mercado como un alojamiento rural de lujo, sostenible y exclusivo. La estrategia de posicionamiento se basará en los siguientes diferenciadores:

Canal de venta propio y *storytelling*

La página web propia será el principal canal de marketing del proyecto, cuya utilidad no será exclusivamente formalizar las reservas, sino contar la filosofía e historia del proyecto. De esta forma se controlará la narrativa de marca, evitando en la medida de lo posible la dependencia de intermediarios, como canales de venta secundarios. Será esencial mostrar imágenes de la cabaña tanto vía web como por redes sociales, aprovechando el uso de la mayor parte de la población como fuente de información diaria.

El contenido debe ser elegante y traducido en varios idiomas, para fomentar la reserva por parte de turistas de distintas nacionalidades y de alto nivel. La venta directa permitirá crear una relación cercana con el huésped desde el momento de la reserva, reforzando la exclusividad (peticiones personales a cerca de la estancia).

Colaboraciones con productores locales

El proyecto se presentará como un escaparate del destino. Las alianzas con los productores locales serán estratégicas para incorporar sus productos y servicios a la experiencia del huésped. Desde productos de kilómetro 0 hasta cestas de bienvenida, vino local, decoración interior con artesanía del valle... para transmitir al huésped el apoyo de Suite Shelter a la comunidad local, y permitiendo ensalzar la narrativa enriqueciendo el valor de la marca.

Oferta de actividades rurales premium

Fomentar una experiencia integral del huésped es el objetivo del proyecto, desde la reserva hasta cada minuto gastado en las instalaciones y los alrededores del valle. Se deberá incorporar actividades y servicios complementarios que permitan al huésped entender la

historia y apreciar de forma distendida la cultura del valle. Entre estos se podría fomentar excursiones privadas de senderismo o bicicleta, o pack de avistamiento de estrellas, con un telescopio en la cabaña y un manual para su uso. La capacidad limitada de la cabaña permite a la organización personalizar cada estancia con mayor flexibilidad que en el caso de un hotel.

Enfoque en sostenibilidad tangible

El término “eco” se implementará de forma robusta como pilar de diferenciación y se comunicará que la cabaña es 100% autosuficiente. Para ello se perseguirán certificaciones con el objetivo de mostrar los estándares al cliente, consiguiendo además demostrar transparencia. Por otro lado, la empresa puede unirse a sellos o índices de turismo reconocidos que posicionen a Suite Shelter como una opción sostenible dentro del lujo.

Exclusividad y servicio a medida

Solo unos pocos privilegiados podrán disfrutar de las instalaciones ante una creciente demanda de este tipo de servicios: la atención al cliente, la localización, el enfoque en sostenibilidad, la privacidad. Este debe ser uno de los alicientes hacia los huéspedes de este segmento para reforzar la imagen del proyecto y generar deseo.

La estrategia de precios debe ser premium, y mostrar una disponibilidad limitada para mantener el aura de exclusividad. El servicio debe ser personalizado para conocer de antemano al huésped y sus preferencias: comida y paquetes extras de servicios, hora de llegada, temperatura deseada de la cabaña, actividades... además de personal disponible las 24 horas del día para resolver cualquier tipo de inconveniente bajo demanda. Será imprescindible para generar reseñas donde se detallen los niveles de atención excepcional y fomentar fidelización por parte de los clientes.

5.2 ANÁLISIS DEL SECTOR DEL TURISMO EN ESPAÑA

5.2.1 EVOLUCIÓN RECIENTE DEL TURISMO EN ESPAÑA

España es uno de los principales destinos turísticos a nivel mundial. Según cifras oficiales del INE, en los primeros 11 meses de 2024 España recibió a 93,8 millones de turistas, suponiendo un récord histórico frente a los datos registrados en años anteriores y un aumento del 10% respecto de 2023 ANEXO I.

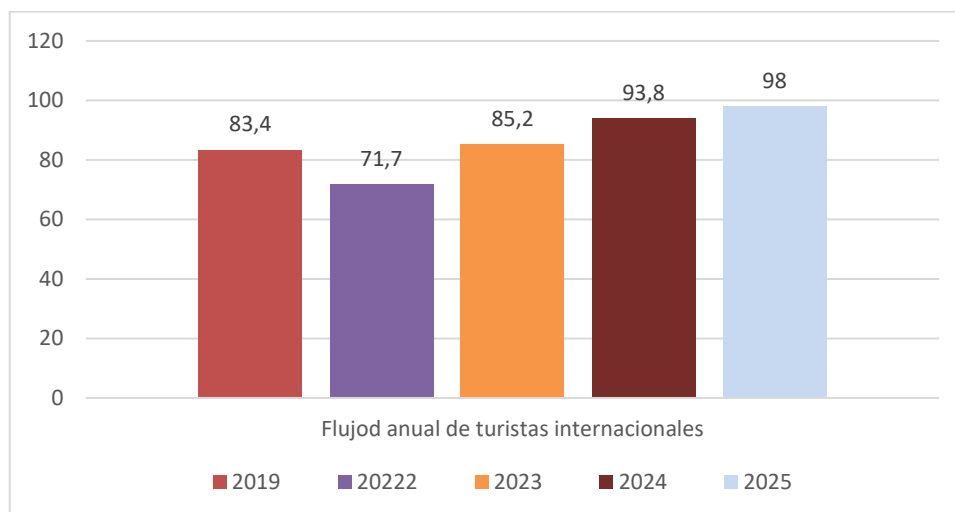


Ilustración 26: Flujo turístico en España (millones de visitantes)

En los cuatro primeros meses de 2025, el número de turistas aumentó un 7,1% respecto los valores registrados en los mismos periodos de 2024. Concretamente en abril, España registró 8,6 millones de turistas internacionales, lo que supuso un aumento del 10,1% respecto a 2024. En conjunto, en 2025 se espera un volumen total de turistas extranjeros de 98 millones.

Turismo rural en España

El turismo rural se consolida como un fuerte dentro del turismo en España desde la pandemia del COVID 19. Según *EuropaPress*, el 45% de los viajeros españoles realizaron al menos una escapada rural. El **gasto medio** de estos usuarios asciende a **91€ por persona en 2024**, incrementando cerca de un 8% respecto a 2023. De todas maneras, si se divide en gastos de

alojamiento y gasto medio por persona y día en destino, se obtienen **31€** por persona en **alojamiento**, muy bajo como para considerar la media de los alojamientos rurales de lujo (Press 2025).

Casasrurales.net es uno de los principales portales de reserva de alojamiento rural en España. En su informe sobre el turismo rural de 2024, destacan las provincias de Cataluña, Andalucía y Canarias como las más visitadas («Informe Smart Rural Trends», s. f.).

En su informe señalan una disminución todavía sustancial de la oferta de alojamientos rurales respecto a los niveles prepandemia, y destacan que la mayor parte de ellos son hoteles rurales (13.031), seguido de albergues (1.066) y campings (609). La mayor parte de los alojamientos rurales se concentra en Castilla y León (3428 alojamientos, seguida de Andalucía, Castilla la Mancha y Andalucía.

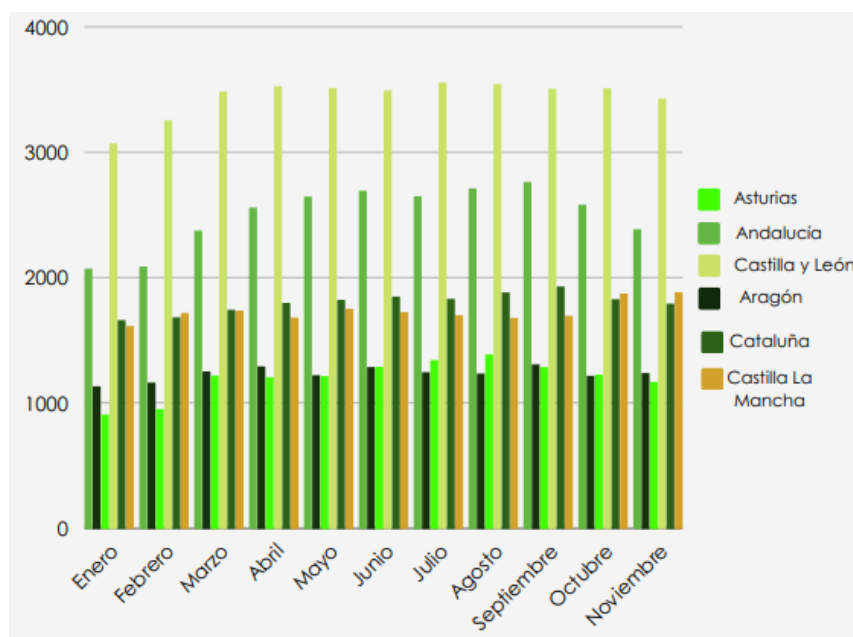


Ilustración 27: Oferta de alojamientos rurales en España 2024

Debido a la combinación de naturaleza, proliferación de alojamientos rurales y actividades de turismo activo, hay zonas de España que han ido cogiendo relevancia a lo largo de 2024, como es el caso de Cuenca, Jaén, Huesca y Teruel.

Concretando en lo que respecta a los alojamientos rurales, las mujeres son las que más reservan este tipo de servicios, en total un 59,9%. Además, por franja de edad, donde más éxito tiene este tipo de servicio es para las personas entre los 35-44 años, con un 22% del total de las reservas.

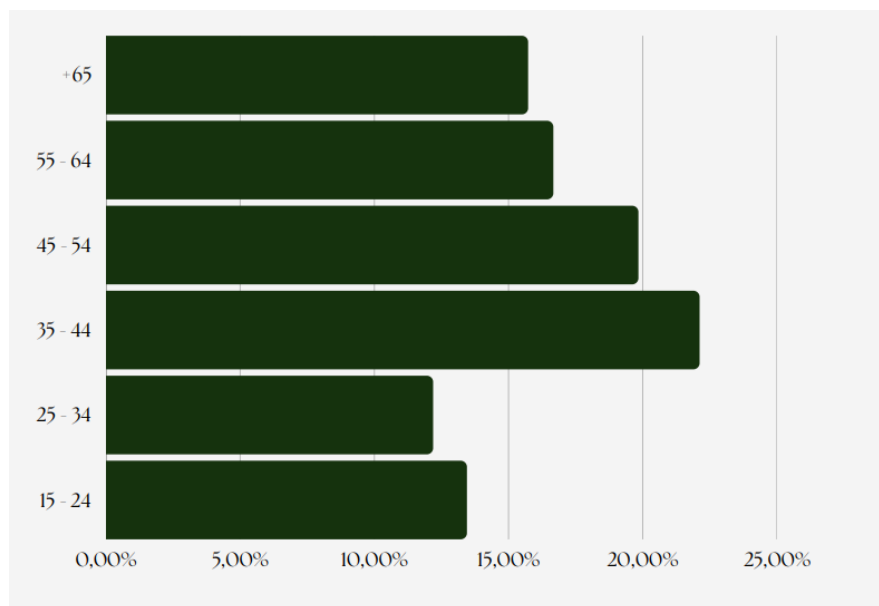


Ilustración 28: Porcentaje de reservas de alojamiento rural por franja de edad en España 2024

También la compañía en estos viajes es relevante, **primando las reservas en pareja**. En estos casos, se realizan de entre 2 a 3 viajes al año, mientras que con amigos se realizan 1 o 2 como mucho y en familia casi no se viaja. Entre los principales motivos destacados por los que los viajeros escogen alojamientos rurales destacan: conocer pueblos y tradiciones, reuniones con amigos/familiares y desconexión del día a día.

Otro dato llamativo de este informe es la estancia media de los huéspedes. En 2024 se realizaron 712.612 pernoctaciones, pero en estancias más cortas. Respecto a años anteriores, crecen el número de estancias, pero se acortan pasando de 4,5 días en 2023 a 2,24 en 2024.

En cuanto a los canales de reserva, los perfiles buscan reservas inmediatas mediante páginas web o apps, dejando de lado las llamadas telefónicas y las agencias de viaje.

La **conclusión** es que el alojamiento rural está siendo elegido principalmente por el turista nacional, entre los meses de abril y septiembre, tiene como principal destino Castilla y León y su media es de 2 y 3 noches, desembolsando en torno 30€ en alojamiento por noche. Este tipo de turismo está siendo explorado por el turista nacional que busca experiencias más asequibles y elige salir del foco turístico. En 2023, el 80% de la masa turística rural era nacional, y solamente 3 mercados extranjeros superaron los 100.000 turistas: Alemania (200.266), Francia (137.913), y Reino Unido (108.000) (2023b, DATAESTUR).

VIAJEROS POR CCAA			PERNOCTACIONES POR CC.AA.		
1	Castilla y León	745.384	1	Castilla y León	1.773.777
2	Cataluña	488.069	2	Baleares	1.398.434
3	Andalucía	394.174	3	Andalucía	1.313.967
4	Baleares	388.780	4	Cataluña	1.274.474
5	Castilla – La Mancha	338.320	5	Asturias	918.710
6	Cantabria	302.235	6	Castilla – La Mancha	825.150

ESTANCIA MEDIA POR CCAA			MERCADO DE ORIGEN - PERNOCTACIONES		
1	Canarias	4.50	1	Residentes españoles	8.943.632
2	Baleares	3.60	2	Alemania	862.762
3	Asturias	3.44	3	Francia	470.856
4	Andalucía	3.33	4	Reino Unido	387.585
5	Navarra	3.25	5	Países Bajos	232.679
6	Aragón	2.92	6	Bélgica	142.850

Tabla 9: Alojamientos de turismo rural en 2022 en España, Ministerio de Industria y Turismo

A pesar del bajo coste por noche de los alojamientos, respecto al número de pernoctaciones por mercado de origen como se muestra en Tabla 9, se comprueba que el mercado extranjero compone a día de hoy el 20% de las pernoctaciones en alojamientos rurales.

Turismo de lujo en España

Los hoteles de lujo en España crecieron un 27% entre 2015-2022 y los turistas de alto impacto un 20%. El turismo de alta gama, aumenta sus ingresos anualmente de forma sostenida a un ritmo del 5-8% anual, duplicando la tasa de crecimiento del turismo tradicional, sobrecogido

por el lujo silencioso, turismo sostenible o el residente intermitente (2023a, Mckinsey&Company).

En 2022 se llegaron a alcanzar hasta 6 millones de turistas de alto impacto, generando hasta 20.000 millones de euros en ese año, lo que supuso un 1,9% del PIB total del país. Este fenómeno se ve impulsado por la creación de hoteles de lujo desde el 2015 y despliegue de ocio de “*high end*”. Poniendo sobre el papel lo que implica un turista de alto impacto en la economía: tiene 5 veces mayor impacto en cultura, compras y ocio, 4 veces el gasto en gastronomía y 3 veces el gasto en transporte 2 veces la inversión en el sector inmobiliario. Representando la magnitud del gasto de ambos perfiles, el resultado es la Ilustración 29:

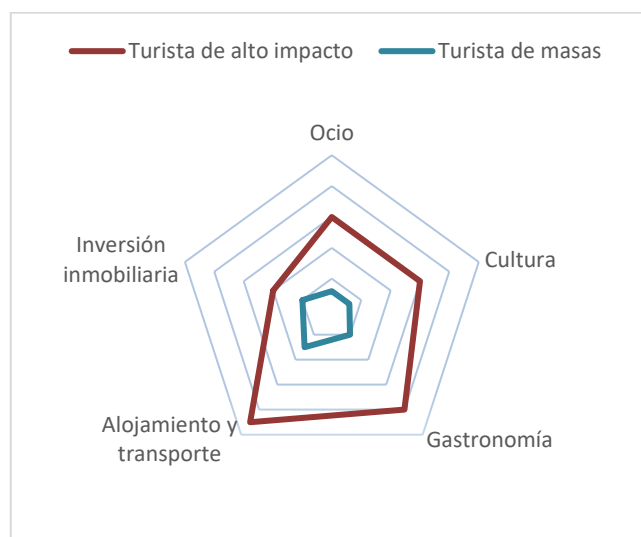


Ilustración 29: Comparativa del gasto de un turista de alto impacto y un turista de masas

Dadas estas características que los turistas de lujo buscan hoy en día, su gasto medio es 8 veces superior en total al de un turista medio, llegando a los 860€ de gasto medio diario en España.

Aclarando los tipos de turismo que se han mencionado previamente, el **turismo sostenible** está en auge sobre todo entre los turistas de alto impacto. Un 74% de los turistas de lujo declaran después de la pandemia que están dispuestos a pagar más por experiencias turísticas más sostenibles. De la misma manera el **lujo silencioso** atiende a alojamientos sin marca, de alta gama no ostentoso, cuyas búsquedas se han disparado en Google hasta un 614%. Los

centros que ofrecen este tipo de experiencias están deslocalizados de centros urbanos y ofrecen experiencias auténticas. Dentro de estas corrientes de turismo, el *wellness* sigue teniendo un fuerte papel entre los turistas de lujo, siendo un 40% de estos quienes han reservado alojamientos con esta finalidad entre 2015-2022.

El perfil de estos turistas incluye extranjeros de mercados como el estadounidense, chino, de oriente medio y Europa occidental, y cabe destacar que con el paso del tiempo van priorizando más la tranquilidad fuera de las épocas de alta demanda. Concretamente en el invierno de 2023, los alojamientos de *Genteel Home* presentaron una ocupación del 79% en Málaga y 65% en Cádiz (Nexotur 2024).

Hoy en día en España, es seguro decir que el sector de lujo rural en España representa una pequeña porción del turismo rural, suponiendo únicamente un 5% de las reservas en 2024 – 93-96 millones de viajeros - con un precio por noche de 500€, suponiendo un incremento del 23% respecto de 2022, cuando el precio por noche estaba en la franja entre 360-450€. Esta proyección de los precios y aumento progresivo de la demanda en España da cabida a un modelo de negocio de lujo, y ofrecer alternativas para el alojamiento a estos turistas supone una oportunidad (Nexotur, s. f.).

Turismo rural de lujo

Surge de la búsqueda de altos estándares de comodidad y servicios, fuera de centros masificados turísticos, con precios encarecidos y producto cada vez de menor calidad. En España, este sector es pequeño, pero va cobrando relevancia, sobre todo a raíz de la pandemia y las nuevas inquietudes del turista de alta gama. Como se ha mencionado previamente, buscan experiencias *wellness*, de lujo silencioso y turismo sostenible. Combinar esta característica puede suponer una oportunidad para entrar en el sector del turismo, presuntamente blindado por las grandes cadenas hoteleras y complejos turísticos.

Estos clientes se caracterizan principalmente por viajar en pareja y buscan: privacidad, naturaleza y exclusividad. Su gasto por noche es alto, en una horquilla entre los 300-500€ en estancias cortas de entre 2 y 3 noches. La oferta actual para este tipo de turistas es limitada

en España, pero cada vez más establecimientos combinan unos servicios de alto nivel en parajes naturales.

Para materializar esta idea, hay varias empresas que han tomado iniciativa en España:

DistrictHive en Gorafe (Granada) es considerado el primer “*podtel*” autónomo del mundo. Es un módulo off-grid autosuficiente con todas las comodidades, instalado en un entorno aislado. La tarifa por noche está tasada en 300 € por noche y presenta una capacidad para 4 personas.



Ilustración 30: DistrictHive en Gorafe, Granada

Otro ejemplo del mismo modelo de negocio es el que ofrece la empresa Kabania con una casa perdida en el monte en la Sierra de Peñamayor, en Nava, Asturias. Es una casa de piedra y madera que cuenta con 50 m² de planta con baño completamente equipado, cocina con menaje, salón y un cuarto con cama grande. Está completamente aislada en la naturaleza, ya que desde el punto de acceso más cercano se deben caminar 8 kilómetros por una pista de montaña hasta la cabaña. La recompensa por ello son 1000 metros cuadrados de jardín vallado y las vistas y soledad que ofrece el emplazamiento. Sus tarifas por noche son flexibles y varían desde los 200-300€/ noche, en función de la época.



Ilustración 31: Kabania en Sierra de Peñamayor, Nava, Asturias

Entre otras, también destacan *Miluna Open Rooms* en Toledo, que ofrece cápsulas acristaladas con todo tipo de comodidades y techo panorámico para disfrutar de las vistas (250€/noche) y *Cabañitas del Bosque* en Galicia con casas de árbol con jacuzzi y todas las comodidades (130€/noche).

Todos estos proyectos, que aún pequeños e independientes dado el progresivo crecimiento de este nicho turístico, enfatizan en el entorno visual y cuidar el detalle de lujo – ya sea por servicios de gastronomía, jacuzzi, telescopio, decoración de diseño.

Se evita mencionar hoteles ya que son proyectos que no cuidan tanto el aspecto del aislamiento y la privacidad, a pesar de mantener altos estándares de lujo y estar inmiscuidos en la naturaleza, puesto que una de las principales características del proyecto es dotar a la cabaña del máximo aislamiento posible.

Además, para Suite Shelter, la mera existencia de estos proyectos confirma la existencia de un mercado emergente dentro del turismo de lujo y una demanda dispuesta a pagar el precio

por un proyecto que cuide tanto aspectos de sostenibilidad como los más altos estándares de lujo y comodidad. De la competencia se extrae que es escasa y fragmentada, posibilitando la entrada de Suite Shelter y posicionamiento en el sector.

5.3 PROYECCIONES PRELIMINARES

Los ingresos van a depender de dos factores: grado de ocupación anual y tarificación por noche. Por ello se va a simular 3 escenarios de tarificación distinta entre 300-400€/noche, todos ellos con una tarificación constante a lo largo del año, sin variaciones en épocas de alta demanda para valorar la estrategia de precios más simple. En todos ellos se evalúan 3 escenarios de ocupación: promedio, media y alta (30%, 50% y 70%).

Tarifa por noche	30% ocupación (ingreso anual)	50% ocupación (ingreso anual)	70% ocupación (ingreso anual)
Escenario A: 300 €	~33.000 €	~54.800 €	~76.600 €
Escenario B: 350 €	~38.300 €	~63.900 €	~89.400 €
Escenario C: 400 €	~43.800 €	~73.000 €	~102.200 €

Tabla 10: Proyección de ingresos potenciales. Fuente: elaboración propia

El techo de facturación anual está en torno a los 100 mil € anuales brutos teniendo en cuenta 400€ de tarifa diaria con una ocupación del 70%. Esto señala la importancia de mantener altos niveles de ocupación y fijar tarifas altas.

Una ocupación del 70% implica casi todos los fines de semana a lo largo del año, por lo que habría que apuntar a niveles de ocupación inferiores en los primeros años de cara a las

proyecciones financieras y aumentar la ocupación con el paso del tiempo, con la creciente visibilidad del proyecto.

A continuación, se muestra el desglose de la ocupación esperada en los próximos 8 años. En cuanto al *número de huéspedes* se hace alusión al número de noches contratadas.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Grado de ocupación	10%	20%	30%	40%	40%	50%	50%	60%
Número de huéspedes	36	71	107	143	143	178	178	214

Tabla 11: Proyección del número de huéspedes a 8 años. Fuente: Elaboración propia

El aumento de demanda progresivo en los siguientes años es agresivo, si bien de la mano de los datos sobre el aumento de la demanda de alojamientos turísticos del INE.

Los precios se fijarán estratégicamente para otorgar viabilidad al proyecto y fomentar un mayor grado de ocupación, estableciendo precios ligeramente más altos en temporada alta y reduciéndolos en temporada baja. Siguiendo esta estrategia, se distinguen entre temporada alta los meses de verano (junio, julio y agosto) y los de invierno (noviembre, diciembre y enero).

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Temporada alta 50%	300	300	300	350	350	350	400	400
Temporada baja 50%	300	300	300	300	300	300	350	350

Tabla 12: Estimación de precios con distinción entre temporada alta y baja. Fuente: Elaboración propia

Con los precios fijados y el grado de ocupación se obtienen los ingresos preliminares del proyecto. Como la ocupación no se espera lineal entre temporada alta y baja, se estiman directamente los ingresos totales esperados.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
INGRESOS TOTALES	10.800	21.300	32.100	46.475	46.475	57.850	66.750	80.250

Tabla 13: Proyección preliminar de los ingresos a 8 años. Fuente: Elaboración propia

Este proyecto está pensado para escalar, e idealmente se pueda instalar una cabaña en otra finca cercana, que permita preservar la intimidad de ambas reduciendo costes operativos, y aumentar los ingresos proporcionalmente a los estudiados con una cabaña en operación.

En conclusión, este proyecto puede conseguir buenos resultados, manteniendo una política de precios agresiva y ajustada al mercado del lujo, y una ocupación sostenida a lo largo del año sostenida mediante su propuesta de valor. La viabilidad económica de estos resultados se estudiará a continuación para entender cómo afectan estos ingresos a las cuentas generales y el desarrollo del proyecto. Este análisis refuerza la necesidad de posicionar correctamente el producto en el mercado y aprovechar las ventajas competitivas (como el emplazamiento y ausencia de competencia) para alcanzar los grados de ocupación esperados.

Capítulo 6. PLAN ECONÓMICO-FINANCIERO

Este capítulo contiene las proyecciones financieras relativas al proyecto, desde la evaluación de la inversión inicial requerida para llevar a cabo el proyecto, comparativa entre escenarios de abastecimiento eléctrico, la tasa de descuento para este tipo de proyectos y estudio de la viabilidad.

6.1 DESGLOSE DE LA INVERSIÓN INICIAL, CAPEX

El **coste** típico de una **construcción** según el método Passivhaus es superior al convencional, dadas las exigencias de estanqueidad, aislamiento térmico y composición de la envolvente. El precio de estas edificaciones se encuentra en un ahorquilla de [1000,1300] €/m². Tomando un valor intermedio **1150 €/m²**, la construcción se estima en unos **40.000 €**.

Para la climatización y el confort de la cabaña se va a emplear un **intercambiador de calor de doble flujo**, empleando la ventilación mecánica en sustitución de la natural evitando pérdidas energéticas. El equipo estudiado previamente en el apartado de *Sistema de aclimatación* es el Prana 200 ErP Pro, presupuestado en **500€**. Adicionalmente se instalará un **termo eléctrico de agua caliente**, con una capacidad de 100L y controlable por wifi, tasado en **632,5€**. En conjunto, la **climatización** de la cabaña asciende a **1132,5€**.

El **sistema eléctrico** será off-grid y se evalúan dos escenarios posibles: un sistema fotovoltaico sobredimensionado y un sistema fotovoltaico con soporte de un generador eléctrico de biodiésel.

Mediante las simulaciones llevadas a cabo con PVsyst, se considera un *Escenario 1.- Sistema Solar* completamente renovable que consta de: 16 paneles fotovoltaicos 440 Wp (instalados en paralelo) y 6 baterías de litio de 24V y 200Ah (en paralelo). El desglose del coste de la instalación es el siguiente:

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Subtotal (€)
Módulos fotovoltaicos 440 Wp	16	panel 440 Wp	80,00 €	1.280,00 €
Baterías LiFePO ₄ 24 V · 200 Ah	6	batería 24 V × 200 Ah (≈4,8 kWh útil)	1.160,00 €	6.960,00 €
Controladores MPPT 2 150 W	4	unidad	350,00 €	1.400,00 €
Inversor híbrido 2 kW / 24 V	3	unidad	590,00 €	1.770,00 €
Estructura y soportes	—	incl. perfiles, tornillería y mano de obra	—	800,00 €
Cableado y protecciones	—	fusibles, seccionadores, cables DC/AC	—	700,00 €
Instalación y puesta en marcha	—	mano de obra, comisionado	—	2.000,00 €
TOTAL ESTIMADO				14.910,00 €

Tabla 14: CAPEX instalación fotovoltaica sobredimensionada

El coste total estimado para la instalación fotovoltaica sobredimensionada es de **14.910 €**.

Como alternativa al escenario con una planta solar sobredimensionada para abastecer la demanda anual incluso en los meses de menor radiación, el *Escenario 2.- Sistema híbrido* cuenta con un generador de biodiesel, para dar respaldo y aumentar la eficiencia energética respecto al anterior escenario.

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Subtotal (€)
Módulos fotovoltaicos 440 Wp	7	panel 440 Wp	80,00 €	560,00 €
Baterías LiFePO ₄ 24 V · 200 Ah	6	batería 24 V × 200 Ah	1.160,00 €	6.960,00 €
Controladores MPPT 2 150 W	4	unidad	350,00 €	1.400,00 €
Inversor híbrido 3 kW / 24 V	3	unidad	590,00 €	1.770,00 €
Generador de respaldo 3 kW	1	generador biodiésel (silent, portátil)	3.100,00 €	3.100,00 €
Estructura y soportes	—	perfiles, tornillería y mano de obra	—	800,00 €
Cableado y protecciones	—	fusibles, seccionadores, cables DC/AC	—	700,00 €
Instalación y puesta en marcha	—	mano de obra y comisionado	—	2.000,00 €
TOTAL ESTIMADO				17.290,00 €

Tabla 15: CAPEX instalación híbrida con generador biodiesel

El coste total estimado para el escenario híbrido es de **17.290 €**, ligeramente superior al del anterior escenario precisamente por el coste del generador. Adicionalmente a este escenario habría que añadirle el coste del combustible consumido anualmente en los gastos de operación.

Ante los resultados obtenidos de ambos escenarios, se prosiguen las proyecciones financieras teniendo en cuenta el escenario de la estación fotovoltaica sobredimensionada,

dada su mayor viabilidad económica, reducción de emisiones de CO₂ y menor mantenimiento del sistema.

Los **sistemas de tratamiento de aguas grises y negras** serán suministrados por la empresa *APLIECO* que otorga un presupuesto por el equipo de 11.939,7€. Como el transporte y la instalación no están tasados, se añade un margen del 20% para incluir también esos servicios. El precio final es de **14.327€**.

La **domótica de la vivienda** será indispensable para controlar a distancia los equipos y preparar la cabaña ante la llegada de huéspedes sin necesidad de acudir al terreno: depósito de agua caliente, intercambiador de calor e iluminación. Deberá incorporar además un sistema de seguridad para proteger la instalación de altercados. Se estima un gasto en domótica de **1000€**.

El **mobiliario y el equipamiento** interior corresponderá con un alojamiento de lujo y altamente eficiente. A pesar de la superficie reducida del alojamiento, se incorporarán una nevera pequeña y un microondas, sofá, cama de matrimonio, taburetes y muebles de baño, entre otros. El presupuesto asignado para cubrir todo esto es de **9.000 €**.

La siguiente tabla muestra un resumen de todos los componentes citados para la inversión inicial.

<i>Componentes</i>	<i>Importe</i>
<i>Construcción</i>	40.000€
<i>Aclimatación</i>	1.140€
<i>Sistema eléctrico</i>	14.910€
<i>Tratamiento de aguas grises y negras</i>	14.327,64
<i>Domótica</i>	1.000€
<i>Mobiliario y equipamiento</i>	9.000€
CAPEX	80.377,64€

Tabla 16: CAPEX del proyecto. Fuente: Elaboración propia

No se incluyen los costes del terreno en la tabla anterior dado que el proyecto se llevará a cabo en una parcela en propiedad. Para tener en cuenta la compra de parcelas para la inversión en cabañas adicionales se puede asumir un margen de seguridad del 50%.

6.2 PLAN DE FINANCIACIÓN

La financiación del proyecto será a través de dos recursos:

- Fondos ICO, con un préstamo inicial de 80.000 €, con un interés anual del 7%, con una vida útil de 5 años. Se muestra en la siguiente figura un desglose del préstamo.
- Capital social aportado por los socios del proyecto, un total de 10.000 €.

Tipo de interés anual	7,00%
Capital inicial	80.000€
Tipo de interés mensual	0,58%
Vida del préstamo	5 años

Tabla 17: Desglose del préstamo ICO. Fuente: Elaboración propia

6.3 PLAN DE VENTAS

En relación con los ingresos obtenidos en las *Proyecciones preliminares* se desarrolla un plan de ventas de bienes y servicios para complementar los ingresos derivados por la reserva del alojamiento. Como servicios adicionales se consideran packs de comidas (desayunos gourmet, aperitivo con productos del valle) o servicios de turismo personalizado. Como el proyecto está en fase de desarrollo aún, estos servicios adicionales no se han detallado, por lo que se estima un gasto medio de los huéspedes que los soliciten de 50€. Además, se espera que 2 de cada 3 reservas solicite algún servicio adicional, computándolo en los ingresos adicionales con el gasto promedio.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Número de clientes con servicio extra	24	47	71	95	95	118	118	141

Tabla 18: Proyección del número de clientes con servicio extra. Fuente: Elaboración propia

De esta manera la facturación total del alojamiento incluyendo los servicios adicionales es:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Ingresos por reservas	10.800	21.300	32.100	46.475	46.475	57.850	66.750	80.250
Ingresos por servicio extra	1.200	2.350	3.550	4.750	4.750	5.900	5.900	7.050
FACTURACIÓN TOTAL	12.000	23.650	35.650	51.225	51.225	63.750	72.650	87.300

Tabla 19: Facturación total. Fuente: Elaboración propia

Los ingresos los primeros años se prevén muy bajos ante un escenario de ocupación y muy débil en la fase inicial del proyecto. Por esto se considera elevar la ocupación esperada al 30%

6.4 PLAN DE GASTOS

Dada la magnitud del proyecto, se prescinde de contratar a trabajadores fijos tanto para funciones de marketing como para limpieza de la cabaña. De todo se encarga una única persona los primeros años, y estos servicios se contratan a empresas externas o autónomos.

Según los datos recabados del Boletín Oficial de la Provincia BOPBUR, una persona en funciones de administración y gestión de un alojamiento rural debe cobrar como mínimo **21.222,88€** («BOPBUR, abril 2024», s. f.).

Como las necesidades de la cabaña se cubren previsiblemente con una persona a jornada parcial, se computa por las horas trabajadas. De esta forma se obtiene un salario mucho más ajustado a las necesidades de la cabaña.

Personal	Salario bruto	Salario mensual	Salario media jornada	Salario bruto	Seguridad Social	Coste para la empresa
Gerente	21.222,80 €	1.515,68 €	757,84 €	10.609,76 €	3.182,93 €	13.792,69 €

Tabla 20: Gasto en personal. Fuente: Elaboración propia

En vista a los ingresos esperados dados los índices de ocupación, no es viable mantener ningún trabajador más bajo nómina. Esta parte es muy flexible dadas las posibles variaciones posteriores de ocupación anual, ya que los primeros años se estima muy baja en las *Proyecciones preliminares*.

En cuanto a los costes de operación esperados:

Concepto	Coste anual estimado	Detalle
Mantenimiento cabaña	1.000,00 €	Revisión anual, pequeñas reparaciones
Mantenimiento fotovoltaico	500,00 €	Limpieza de paneles, revisión baterías
Mantenimiento generador (si aplica)	400,00 €	Revisiones anuales
Sustitución filtros (agua, aire)	300,00 €	Filtros aire interior, aguas grises/negras
Comunicaciones y plataforma web	600,00 €	Hosting, dominios, mantenimiento web, gestión reservas
Productos limpieza y acogida	500,00 €	Textiles, básicos por cliente
Promoción y alianzas locales	1.000,00 €	Cestas gourmet, guías, acuerdos con productores
Gasto en marketing	3.500,00 €	Contratación a empresa externa
Limpieza	5.000,00 €	Contratación por demanda (estimado en 60% ocupación)
Costes totales	12.800,00 €	

Tabla 21: Costes operativos. Fuente: Elaboración propia

Los gastos se estima que no varíen a lo largo de los años, pero sí podrían verse afectados si se construye otra cabaña.

6.5 VIABILIDAD Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO

El coste del capital ajeno para evaluar será del 7%, el interés del préstamo con el que se financia el proyecto.

Para calcular el Valor Actual Neto, se emplea el coste medio ponderado del capital (WACC).

$$WACC = Ke(E/(E + D)) + Kd(1 - t) (D/(E + D))$$

Ecuación 25: Coste medio ponderado del capital

$$WACC = 7\% * \frac{1}{9} + 7\% * (1 - 0,25) * \frac{9}{8} = 5,4\%$$

En este caso la proporción entre capital privado y deuda es de 1/9 respectivamente.

A continuación, se adjuntan los resultados proyectados de los 8 años siguientes al inicio de la explotación de la cabaña.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Número de noches vendidas	107	107	107	143	143	178	178	214
Ingresos por ocupación	32100	32100	32100	46475	46475	57850	66750	80250
Ingresos por extras	1200	2350	3550	4750	4750	5900	5900	7050
Ingresos por explotación	33300	34450	35650	51225	51225	63750	72650	87300
Sueldos	13793	13793	13793	13793	13793	13793	13793	13793
Costes anuales	12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800
IBI 0,3%	240	240	240	240	240	240	240	240
Amortización del inmovilizado	2981	2981	2981	2981	2981	2981	2981	2981
Resultado de explotación	3487	4637	5837	21412	21412	33937	42837	57487
Resultado antes de impuestos	3487	4637	5837	21412	21412	33937	42837	57487
Resultado del ejercicio	3487	4637	5837	16915	16915	26810	33841	45414

Tabla 22: Resultado del ejercicio. Fuente: Elaboración propia

Realizando varios ajustes en los gastos se comprueba un impacto enorme en el resultado del ejercicio variando de jornada completa a jornada parcial, resultando incluso los primeros años positivos.

La inversión inicial realizada es de 90.000 €, de los cuales 80.000 € es del fondo ICO al 7% de interés. Considerando además los resultados de los años calculados, se obtiene una recuperación de la inversión en el año 7, con resultados positivos a partir de dicho año y previsión de crecimiento de la demanda.

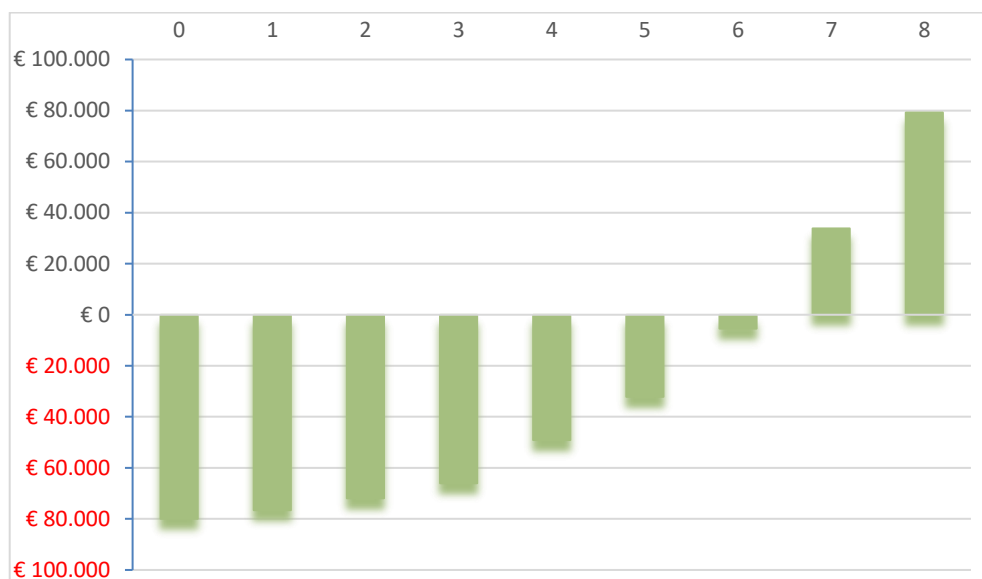


Ilustración 32: Retorno de inversión. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el valor actual neto y la tasa interna de retorno dan una perspectiva de la viabilidad económica del proyecto.

VAN	TIR
29.454,56 €	11,64%

Tabla 23: VAN y TIR. Fuente: Elaboración propia

En este sentido se obtiene un valor positivo del valor actual neto, lo que indica viabilidad del proyecto en el periodo estudiado, acogándose además a los índices de ocupación y gastos estimados.

La TIR a su vez indica viabilidad, siendo la tasa que consigue igualar a 0 el VAN cogiendo los flujos de caja libres y la inversión inicial, y además es mayor que la tasa de descuento empleada (WACC) para calcular el VAN.

Capítulo 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bendezu, K.. “DIAGRAMA UML Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA“. Sistemas Distribuidos 2013. Febrero, 2013. <http://comparape.blogspot.com.es/2013/02/diagrama-uml-y-arquitectura-del-sistema.html>.
- [2] «Aguas Grises: Origen y composición». s.f. Accedido 20 de mayo de 2025. https://aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/Pildora_08-Grises_origen.pdf.
- [3] «Ayudas y Subvenciones Leader 23-27 | CEDER Merindades». s. f. Accedido 8 de junio de 2025. <https://cedermerindades.com/es/ayudas-y-subvenciones-leader-23-27>.
- [4] «Biodigestión Para El Saneamiento: Desechos Humanos vs Desechos Animales». 2018. *Sistema.Bio* (blog). 14 de mayo de 2018. <https://sistema.bio/blog/biodigestion-para-saneamiento-desechos-humanos-y-desechos-animales/>.
- [5] «Biogás - OGISA». s. f. Accedido 11 de junio de 2025. <https://ogisa.es/biogas-que-es-como-se-obtiene-y-sus-principales-usos/>.
- [6] «BOCyL n.º 194, 9 de octubre de 2023». s. f. Accedido 8 de junio de 2025. <https://www.turismocastillayleon.com/es/espacio-profesionales/ayudas-subvenciones/subvenciones-destinadas-financiar-proyectos-iniciativas-emp.ficheros/252773-iniciativas%20empresariales%20tur%C3%ADsticas.pdf>.
- [7] «BOE 162, 5 julio 2024». s. f. Accedido 8 de junio de 2025. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2024-13820.
- [8] «BOPBUR, abril 2024». s. f. Accedido 2 de julio de 2025. <http://bopbur.diputaciondeburgos.es/sites/default/files/private/publicado/bopbur-2024-068/bopbur-2024-068-anuncio-202401704.pdf>.
- [9] «Cómo montar una casa rural en 2025 - Pasos & trámites». s. f. *Asesorías* (blog). Accedido 3 de abril de 2025. <https://asesorias.com/empresas/como-crear-gestionar/casa-rural/>.
- [10] «Decreto 22/2004, de 29 de enero». s. f.
- [11] «Decreto 75/2013». 2013.
- [12] «Desinfección con ozono». s. f. Accedido 20 de mayo de 2025. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/cs-99-063.pdf>.

- [13] «Directiva de Aves». 2024. En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Directiva_de_Aves&oldid=161582693.
- [14] «European Panel Federation». s. f. Accedido 26 de mayo de 2025. <https://europanel.org/wp-content/uploads/2018/09/Tackle-Climat-Change-ES.pdf>.
- [15] «Eurostat». 2023. Eurostat. 17 de enero de 2023. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230117-2>.
- [16] «Ficha informativa depuradora Solgris». s. f.
- [17] Fierro, Olga Lucia Ordoñez. 2022. «DIGESTION ANAEROBIA A BAJAS TEMPERATURAS».
- [18] «Fondo ICO Empresas y Emprendedores». s. f. Accedido 8 de junio de 2025. <https://www.ngeu-assist.com/es-es/contenido/1403/fondo-ico-empresas-y-emprendedores>.
- [19] Foro Económico Mundial. 2024. «Quedan 6 años para cumplir los ODS: así es como el turismo puede ayudarnos a lograrlos». Foro Económico Mundial. 31 de mayo de 2024. <https://es.weforum.org/stories/2024/05/quedan-6-anos-para-cumplir-los-ods-asi-es-como-el-turismo-puede-ayudarnos-a-lograrlos/>.
- [20] Fuentes, Manuel Cabalar, y Miguel Pazos Otón. 2011. «THE NATURA 2000 NETWORK IN SPAIN AND ITS LACK OF PROTECTION».
- [21] Gallego Monge, Elena. 2018. «Viabilidad de implantación de un sistema solar fotovoltaico para suministro eléctrico de una base militar en zona de conflicto». Comillas.
- [22] «Guía normativa de los alojamientos de turismo rural de Castilla y León (I) - Agronews». s. f. Accedido 3 de abril de 2025. <https://www.agronewscastillayleon.com/guia-normativa-de-los-alojamientos-de-turismo-rural-de-castilla-y-leon-i/>.
- [23] «Hidritec - Tratamiento de agua potable con Ozono». s. f. Accedido 20 de mayo de 2025. <http://www.hidritec.com/hidritec/tratamiento-de-agua-potable-con-ozono>.
- [24] «Humedales artificiales o biofiltros». 2020. *Moksa Ingeniería Verde* (blog). 16 de julio de 2020. <https://moksa.com.co/biofiltros-humedales-artificiales/>.
- [25] Inarquía certificación Passivhaus. 2020. «Passivhaus: Requisitos, Certificado, Precio y Materiales». *Inarquía* (blog). 10 de agosto de 2020. <https://inarquia.es/passivhaus-casas-pasivas-requisitos-certificado-precio-materiales/>.
- [26] INE. 2021. «Alteraciones en los municipios». 2021. <https://www.ine.es/intercensal/intercensal.do?search=2&error6=Debe+seleccionar+una+comunidad+aut%C3%B3noma.&error7=Debe+seleccionar+al+menos+una+provincia+o+municipio.&error8=Debe+seleccionar+al+menos+una+provincia.&error9=Ha+elegido+un+el>

- evado+n%C3%BAmero+de+municipios.+Le+recomendamos+elegir+provincias+enteras+para+este+tipo+de+consultas.&nocab=&cmbCCAA=7&cmbProv=9&cmbMuni=1682&btnBuscarGeo=Consultar+selecci%C3%B3n.
- [27] «Informe Smart Rural Trends». s. f. Accedido 17 de junio de 2025. <https://www.casasrurales.net/pdf/trends/Informe%20Smart%20Rural%20Trends%202024.pdf>.
- [28] «Inventario español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad». s. f. Accedido 28 de marzo de 2025. https://iepn.es/areas-tematicas/espacios-protegidos/ES4120094_LIC-ZEC/sierra-de-la-tesla-valdivielso?utm_source=chatgpt.com.
- [29] Jones, Trevor. s. f. «Escala Bortle». AstroBackyard. Accedido 10 de mayo de 2025. <https://astrobackyard.com/the-bortle-scale/>.
- [30] Junta de Castilla y León. s. f. «Ayudas Leader 2023-2027». Text. Junta de Castilla y León. Castilla y León. Accedido 8 de junio de 2025. https://agriculturaganaderia.jcyl.es/web/jcyl/AgriculturaGanaderia/es/Plantilla100Detalle/1285477264898/_/1285477264898/1285477264898.
- [31] «Larixhaus». s. f. Paul McAlister Architects. Accedido 13 de mayo de 2025. <https://www.pmcarchitects.com/sustainability-information-blog-content/homage-to-catalonia-a-pre-fab-straw-bale-passive-house-first-for-the-region-by-oliver-style-progetic>.
- [32] León, Junta de Castilla y. s. f. «La Junta impulsa 14 Planes de Sostenibilidad Turística en Destinos de Castilla y León con 23,3 millones de euros». Text. Junta de Castilla y León. Castilla y León. Accedido 8 de junio de 2025. <https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1284663638052/1284663638052/1285384468657/Comunicacion>.
- [33] «Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León.» s. f.
- [34] «Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.» s. f.
- [35] «Licencia de apertura qué es y cómo solicitarla - Certicalia». s. f. *Certicalia | Soluciona todos tus trámites y gestiones* (blog). Accedido 3 de abril de 2025. <https://www.certicalia.com/licencia-de-apertura>.
- [36] «MALDHI». s. f. EYRE.WAY Tiny Homes. Accedido 10 de mayo de 2025. <https://www.eyreway.com/stay/maldhi>.
- [37] Maryam Mehravar. 2022. «Physical Properties of Straw Bale and Its Effect on Building Energy Conservation and Carbon Emissions in Different Climatic Regions of Iran». ResearchGate. 10 de noviembre de 2022.

- https://www.researchgate.net/publication/355229211_Physical_Properties_of_Straw_Bale_and_its_Effect_on_Building_Energy_Conservation_and_Carbon_Emissions_in_Different_Climatic_Regions_of_Iran.
- [38] McKinsey & Company. 2023a. «El turismo de lujo duplica los ingresos del tradicional». Revista Gran Hotel. 3 de julio de 2023. <https://www.revistagranhotel.com/el-turismo-de-lujo-duplica-los-ingresos-del-tradicional/>.
- [39] «Microcréditos empresas y autónomos del medio rural». 2023. *SODEBUR* (blog). 10 de marzo de 2023. <https://sodebur.es/proyectos-de-inversion-y-circulante-para-pymes-y-midcaps-copy/>.
- [40] «Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion.pdf». s. f. Accedido 10 de mayo de 2025. https://www.mapa.gob.es/va/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/ayp_demografiaenlapoblacionrural2020_tcm39-583987.pdf. Ministerio de
- [41] Industria y Turismo. 2023b. «Perfil del turista que duerme en alojamientos rurales». *DATAESTUR* (blog). 18 de abril de 2023. <https://www.dataestur.es/blog/que-turistas-reservan-alojamientos-rurales-cuando-y-donde/>.
- [42] «Ministerio de Política Territorial y Función Pública». s. f. Accedido 10 de mayo de 2025. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/reto-demografico/temas/analisis-cartografia/diagnostico_eje_despoblacion_tcm30-517769.pdf.
- [43] Mirco Zeccheto. 2021. «Straw-Bale Houses Re-Emerge as an Energy Saving Trend». *Sacyr Blog*. 7 de abril de 2021. <https://sacyr.com/-/las-casas-de-paja-resucitan-como-tendencia-de-ahorro-energetico>.
- [44] Nexotur. 2024. «El Turismo de lujo se consolida como alternativa sostenible a la masificación». Nexotur. noviembre de 2024. <https://www.nexotur.com/noticia/124984/nexohotel/el-turismo-de-lujo-se-consolida-como-alternativa-sostenible-a-la-masificacion.html>.
- [45] ———. s. f. «El Turismo de lujo no llegó a alcanzar el 5% de las reservas en España en 2024».
- [46] Nexotur. Accedido 17 de junio de 2025. <https://www.nexotur.com/noticia/125730/nexohotel/el-turismo-de-lujo-no-llego-a-alcanzar-el-5-de-las-reservas-en-espana-en-2024.html>.
- [47] «Objetivos y metas de desarrollo sostenible». s. f. *Desarrollo Sostenible* (blog). Accedido 10 de mayo de 2025. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

- [48] Passivhaus Database. 2013. «Casa pasiva en Collsuspina». 2013. https://passivehouse-database.org/#d_3874.
- [49] «Prana recuperators». s. f. Prana-smart.com. Accedido 14 de mayo de 2025. <https://es.prana-smart.com/recuperador-prana-200c-erp-pro/>.
- [50] Press, Europa. 2025. «El gasto en el turismo rural aumentó un 7,6% en 2024, según EscapadaRural». Europa Press. 24 de enero de 2025. <https://www.europapress.es/turismo/nacional/noticia-gasto-turismo-rural-aumento-76-2024-escapadarural-20250124124041.html>.
- [51] «Programa LEADER/CLLD». s. f. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Accedido 8 de junio de 2025. <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/gestion-ambiental/leader-clld.html>.
- [52] «Recalificación de Terrenos». 2025. 21 de enero de 2025. <https://arquitasa.com/recalificar-terrenos/>.
- [53] Serrano, Haimar Ariel Vega, y Juan Ernesto Almeida Ospina. 2023. «Evapotranspiración en humedales construidos de descarga cero con cubierta para tratamiento de aguas residuales». *Revista Ingenierías USBMed* 14 (1): 1-19.
- [54] Spuhler, Dorothee. s. f. «Anaerobic Digestion». Sustainable Sanitation and Water Treatment Toolbox. Accedido 16 de junio de 2025. <https://sswm.info/arctic-wash/module-4-technology/further-resources-wastewater-treatment/anaerobic-digestion-%28small-scale%29>.
- [55] «STRAW-BALE – Carbon Smart Materials Palette». s. f. Accedido 26 de mayo de 2025. <https://www.materialspalette.org/straw-bale/>.
- [56] «Subvenciones para fomentar la calidad del Sector Turístico de Castilla y León 2023». s. f. Portal de Turismo de la Junta de Castilla y León. Accedido 8 de junio de 2025. <https://www.turismocastillayleon.com/es/espacio-profesionales/ayudas-subsvenciones/subvenciones-fomentar-calidad-sector-turistico-castilla-leo>.
- [57] «Subvenciones para proyectos de atractivo rural CyL». s. f. Portal de Turismo de la Junta de Castilla y León. Accedido 8 de junio de 2025. <https://www.turismocastillayleon.com/es/espacio-profesionales/ayudas-subsvenciones/subvenciones-destinadas-financiar-proyectos-iniciativas-emp>.
- [58] «The Bolder». s. f. The Bolder. Accedido 10 de mayo de 2025. <https://www.thebolder.no>.

-
- [59] «The Hidden Climate Impact of Residential Construction». s. f. *RMI* (blog). Accedido 26 de mayo de 2025. <https://rmi.org/insight/hidden-climate-impact-of-residential-construction/>.
- [60] «Toilet - HomeBiogas». 2023. 30 de agosto de 2023. <https://www.homebiogas.com/solutions/bio-toilet/>,
<https://www.homebiogas.com/solutions/bio-toilet/>.
- [61] W. Hamilton, Douglas. s. f. «Anaerobic Digestion of Animal Manures».

ANEXO I

Quizás añadir ficha técnica del intercambiador de calor